



Réf : 24/FSNVST/D...../Ms/.....

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences de la Vie et de la Nature et de la Terre

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Physiologie Cellulaire et Physiopathologie

Evaluation de l'activité anti-oxydante et anti-inflammatoire de l'extrait *Plectranthus amboinicus*

Présenté par:

Ghoubar Rawaa

Zeghoudi Ferial

Soutenu publiquement le 30/06/2024 devant le jury composé de :

<i>Président(e)</i>	Mme	Bensouhaila	MCA	U. Khemis Miliana
<i>Promoteur</i>	Mme	Delhoum	MCB	U. Khemis Miliana
<i>Examineur</i>	Mme	Guermache	MAB	U. Khemis Miliana

Année universitaire 2023-2024

REMERCIEMENTS

*Avant toutes choses, nous remercions Dieu, le tout puissant,
pour nous avoir donné la force et
la patience.*

*Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et notre
vive reconnaissance à Mme DELHOUM HADIA , maître-
assistant à l'université de Djilali Bounaama Khemis Meliana
pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur
scientifique,*

*Sa disponibilité, ses conseils et la confiance
Qu'elle nous a accordé, nous ont permis de réaliser ce travail.
Nous adressons nos sincères remerciements à Mme
Benshaila, professeur à l'université
de Djilali Bounaama Khemis Meliana pour d'avoir accepté de
présider le jury.*

*Nous tenons également nos vifs remerciements à Mme
Guermache, maître-assistant à
l'université de Djilali Bounaama Khemis Meliana pour l'honneur
qu'elle nous a fait en acceptant d'examiner ce travail.*

À monsieur Chaouchi pour leur précieuse aide.

À tous nos ami(e)s.

*À tous les étudiants de master de la promotion 2024.
À toute personne qui a participé de près ou de loin, directement
ou indirectement, à la
Réalisation de ce travail.*

DEDICASE

Je dédie ce travail:

A mes très chers parents nasira et attia j'adore, pour leurs soutiens, leurs amours et leurencouragements tout au long de mon cursus. « je ne trouverai jamais les mots pour dus remercier du dévouement accomplie pour mon instruction, mon bien être et valeurs que vous m'avez inculqué: c'est à vous que je dois mon assurance et matémérité».

A l'âme de Amine et Riyad

A mes soeur wahiba, meriem, fatima

A mes frères: abdeallah, tayeb, walid À mes belles-sœurs mazouri et imane

A ma copine rawaa

A tous mes proches et mes ami(e)s(Wassim, Adem, rahime, aness, Bahaa, diyaa, Malak fadwaa, Aya, batoul , rawaa, Alaa Riyad, mohamed, rayan Nour ELhouda , issraa mssoud)

A tous ceux qui m'aiment et qui me sont chers.

DEDICASE

Je dedie ce travail

A mes très chers parents fatima zahra et bilal j'adore, pour leurs soutiens, leurs amours et leurenncouragements tout au long de mon cursus. « je ne trouverai jamais les mots pour dus remercier du dévouement accomplie pour mon instruction, mon bien être et valeurs que vous m'avez inculqué: c'est à vous que je dois mon assurance et matémérité».

A mes chers grands parents

A mes soeur rabab, rahil, razane,raghad

A mes frères: abdel hamid, lokman

A ma copine : youssra,

A tout mes chers tantes et oncles Neggaze

*A tous mes proches et mes
ami(e) :Omaïma,Ihsene,Ibtisam,Amina,Fatiha*

A tous ceux qui m'aiment et qui me sont chers.

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction :1

CHAPITRE I : : Presentation De Plante Etudiee

I. 1.Définition:	5
I. 2.Classification :	5
I. 4.Description botanique:	6
I. 4.1. Origine, Parenté Sauvages et Répartition Géographique	6
I.4.2Taxonomie:	7
I.4.3Morphologie :.....	7
I.4.4Culture :	7
I. 5 phytochimie:	8
I.5.1Composition volatile de <i>P. Amboinicus</i>:	9
I. 5.2Constituants chimiques non volatils de <i>P. Amboinicus</i>:.....	11
I.Utilisations pharmacologiques.....	13

CHAPITRE II : Les activité biologique de *P. Amboinicus*

II.1. Activité Anti-oxydant :.....	16
II.2.Activité Anti-inflammatoire:.....	16
II.3Activité anti-microbienne.....	17
II.4Activités anti-fongiques:.....	17
II.5Activités anti-bactériennes	17
II.6Activités anti-virales:	18
II.7Activité anti-épileptique:	18
II.8Activités anti-tumorales	19
II.9Activités anti diabétique.....	19

II.10	les maladies buccales.....	19
II.11	le potentiel larvicide.....	19
II.12	Activité contre les troubles cardiovasculaires:	20
II.13	Activité contre les maladies génito-urinaires:	20
II.14	Activité antinéoplasique	21
II.15	Activité anxiolytique:	21
II.16	Troubles respiratoires:	21
II.17	Activité antiurolithiatique:.....	21
II.18	Activité analgésique:.....	22
II.19	Polyarthrite rhumatoïde:	22
II.20	Activité d'agrégation antiplaquettaire:.....	22
II.21	Efficacité de l'antibiofilm:.....	23
II.22	Effets contre les morsures d'animaux et d'insectes:	23
II.23	Les soins de la peau.....	23
II.24	Activités de cicatrisation des plaies	23
II.25	Activité lactogène:	23
II.26	Activité contre d'autres maladies	24
II.27	Autres utilisations:	24
II.28	Effets indésirable.....	24
II.29	Usages culinaires:	24

Partie experimantale

Matériels et Méthodes

I.1.	l'objectif de l'étude.....	27
I.2	Matériel végétale et identification :	27
I.3	Préparation des extraits éthanolique :.....	27
	a-Séchage des feuilles.....	27
	b-Macération :	27
	c. Évaporation :.....	27
I.3.	le rendement d'extraction	28
I.4.	les analyses phyto-chimique de l'extrait de <i>P.amboinicus</i>	28
II.2.1	dosage des phénols totaux	28
II.2.2	Dosage des flavonoïdes	29

a-Principe.....	29
II.2.3 Dosage des tanins condensés (les Catéchines)	29
a-Principe.....	29
II.3 Évaluation de l'activité antioxydant par le test FRAP :	29
II.3.2. Évaluation de l'activité antioxydant par le test DPPH.....	30
II.4 Évaluation de l'activité anti-inflammatoire :	31

Résultats et Discussion

I.1. Rendement d'extraction :	34
I.2. Quantification des composés phénoliques.....	34
2.1. Le dosage des polyphénols totaux.....	34
2. 2. Dosage des flavonoïdes	35
2.3 Teneur des extraits en tanins :	35
I.3. Activité anti-oxydante <i>in vitro</i> :	36
3.1. Test de réduction de radical libre de DPPH	37
3.2. Test de réduction de fer FRAP.....	38
I.4. Activité anti inflammatoire <i>in vitro</i> :	40
Conclusions :.....	43

Liste des figures

Figure 1 : : La plante médicinale <i>P. Amboinicus</i> : (Shushma et al.,2023).	5
Figure 2 : les structures de certains composants chimiques volatils(Arumugam et al.,2016)	10
Figure 3 : Structures de certains des composants chimiques non volatils (Arumugam et al.,2016)	12
Figure4 : Localisation de la zone d'étude (Google maps.,2024)	27
Figure 5: courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	34
Figure 6:Courbe d'étalonnage de la quercétine	35
Figure 7: courbe d'étalonnage des tanins	36
Figure 8Pourcentages d'inhibition du radicale DPPH• des antioxydants de références et de l'extrait testé	37
Figure 9: Pourcentages d'inhibition du radicale FRAP des antioxydants de références et de l'extrait testé	38

Liste des tableaux

Tableau 1 : pourcentage de composés chimiques présents dans l'huile essentielle <i>P.amboinicus</i> (Vismaya et al.,2022)	9
Tableau 2 : Rendement d'extraction	34
Tableau 3: le pouvoir antioxydant (exprimé par IC50 (en µg /ml)) des antioxydants de références et de l'extrait testé DPPH.....	38
Tableau 4 : : le pouvoir antioxydant (exprimé par IC50 (en µg /ml)) des antioxydants de références et de l'extrait testé FRAP.....	39
Tableau 5 : : pourcentage d'inhibition du BSA de l'activité anti-inflammatoire de références et de l'extrait testé	40
Tableau 6 : le pouvoir anti-inflammatoire in vitro (exprimé par IC50 (en µg /ml)) d'un anti- inflammatoire de références et de extrait testé	41

Liste des abréviations

% PI: Pourcentage d'inhibition

AP-1 : Protéine activatrice-1

BHT: Butylated hydroxytoluene

BSA :Albumine sérique bovine

Cl : Chlore

CLHP : Chromatographie liquide haute performance

COX: Cyclo-Oxygénase 1, 2

DMF : diméthylformamide

DMSO : Diméthylsulfoxyde

DPPH: 2,2'-diphényle-1-picryl hydrazyl

EAG: Equivalent d'Acide Gallique

EAG : Equivalent acide gallique

EAT: Equivalent d'Acide Tannique

FCR: Folin-Ciocalteu

FRAP: Ferric Reducing Antioxydant Power

IC50 : concentration inhibitrice médiane

HCL : Acide chlorhydrique

HE: Hexane

HMPT : Hexaméthylphosphoramid

IgG, IgM: Immunoglobulines

K : Potassium

la lignée cellulaire A549 (cancer du poumon humain).

MST: Maladies sexuellement transmissibles

Na : Sodium

PA-1 : protéine activatrice-1

Pam-ZnO NPs: . Les nanoparticules d'oxyde de zinc de P. Amboinicus

R (%) : Rendement exprimé en %

R² : Coefficient de détermination

RE : Equivalent rutine

RMN : Résonance magnétique nucléaire 1-D

SIDA:Syndrome d'immunodéficience acquise

SPE : Solid-phase extraction

TAE : Equivalent acide tannique

TNF α : Tumor Necrosis Factor alpha

UV : Ultraviolette

VHS1: Virus de l'herpès simplex de type 1

VIH: Human immunodeficiency virus

VSV : Virus stomatite vésiculeuse

Résumé

Plectranthus amboinicus est une herbe vivace appartenant à la famille des Lamiaceae qui se rencontre naturellement dans les régions tropicales et méditerranéennes. Le présent travail a pour but d'étudier l'évaluation de l'activité anti-oxydante et anti-inflammatoire de l'extrait éthanolique de *Plectranthus amboinicus*. Dans un premier temps, l'extraction de l'extrait des feuilles sèches de *P. amboinicus* par macération, a donné un rendement de 19.70%. Cette étude a montré que la plante a une teneur faible en polyphénols et en flavonoïdes et en tanins condensés. La deuxième étape consiste en l'évaluation de l'activité anti-oxydante et anti-inflammatoire *in vitro*. L'activité anti-oxydante a été déterminée par deux tests : DPPH et FRAP. Cette étude a montré que l'extrait éthanolique de *Plectranthus amboinicus* possède un pouvoir antioxydant dans le DPPH (40,85 µg/ml) et pour le FRAP (36.61 µg/ml). Ces résultats sont peut-être attribués à la qualité des composés phénoliques et de flavonoïdes et de tanins dans cet extrait. L'évaluation de l'activité anti-inflammatoire *in vitro* par la méthode d'inhibition de la dénaturation de l'albumine sérique bovine. Cette étude a montré que l'extrait éthanolique possède une moyenne capacité de protéger la BSA contre la dénaturation (IC₅₀=109,9 µg /ml). Les résultats de ces travaux nous ont permis d'affirmer que la plante présente de bonnes propriétés anti-oxydantes et anti-inflammatoires qui méritent plus d'intérêt de la part des secteurs pharmaceutique, ainsi que celui de l'agroalimentaire.

Mots clés : *P. amboinicus*, extrait éthanolique, activité anti-oxydante, activité anti-inflammatoire

الملخص

البلانتنوس أمبوينيكوس هو عشبة معمرة تنتمي إلى عائلة الشفوية (Lamiaceae) وتنمو بشكل طبيعي في المناطق الاستوائية والمناطق المتوسطة. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم النشاط المضاد للأكسدة والالتهابات للمستخلص الإيثانولي من نبات البلانتنوس أمبوينيكوس. تم استخلاص المركبات الفعالة من أوراق نبات البلانتنوس أمبوينيكوس المجففة باستخدام طريقة الاستخلاص بالمذيبات. أظهرت هذه العملية نسبة استخلاص بلغت 70.19%. كشفت التحليلات الأولية عن محتوى منخفض من البوليفينول والفلافونويدات والتانينات المكثفة في هذه المركبات المستخلصة. تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلص الإيثانولي باستخدام اختبارين: اختبار DPPH واختبار FRAP. أظهرت النتائج أن المستخلص الإيثانولي للبلانتنوس أمبوينيكوس يتمتع بنشاط مضاد للأكسدة متوسط في اختبار DPPH (40,85) ميكروغرام / مل) ونشاط ممتاز في اختبار FRAP (36,61) ميكروغرام / مل). يمكن تفسير هذه النتائج بجودة المركبات الفينولية والفلافونويدات والتانينات الموجودة في هذا المستخلص. تم تقييم النشاط المضاد للالتهابات للمستخلص الإيثانولي في المختبر باستخدام طريقة تثبيط التخثر الحراري لألبومين المصل البقري (BSA). أظهرت النتائج أن المستخلص الإيثانولي يتمتع بقدرة متوسطة على حماية BSA من التخثر الحراري ($IC_{50} = 109.9$) ميكروغرام / مل. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن نبات البلانتنوس أمبوينيكوس يتمتع بخصائص مضادة للأكسدة والالتهابات جيدة، مما يستحق اهتماماً أكبر من قبل قطاعي الصناعات الدوائية والغذائية.

الكلمات المفتاحية: البلاكترونتوس امبوانيكوس، المستخلص الإيثانولي، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للالتهابات

Absract :

Plectranthus amboinicus is a perennial herb belonging to the Lamiaceae family that occurs naturally in tropical and Mediterranean regions, including Algeria. The aim of the present study was to evaluate the antioxidant and anti-inflammatory activities of the *Plectranthus amboinicus* extract. In the first stage, extraction of the extract from the dried leaves of *P.amboinicus* by maceration yielded 19.70%, showing that the plant has a low content of polyphenols, flavonoids and condensed tannins.the second stage consisted of evaluating the anti-oxidant and anti-inflammatory activity *in vitro*. Anti-oxidant activity was determined by two tests: DPPH and FRAP. This study showed that the ethanolic exraity of *Plectranthus amboinicus* has an average antioxidant power in the DPPH (40.85 μ g/ml) and excellent for the FRAP (36.61 μ g/ml). These results may be attributed to the quality of the phenolic compounds, flavonoids and tannins in this extract. Assessment of *in vitro* anti-inflammatory activity using the bovine serum albumin denaturation inhibition method. This study showed that the ethanolic extract was able to protect BSA against denaturation (IC₅₀=109.9 μ g /ml).the results of this work have enabled us to confirm that the plant has good anti-oxidant and anti-inflammatory properties, which merit greater interest from the pharmaceutical and agri-food sectors.

Key words: *P.amboinicus*, ethanolic extract, antioxidant activity, anti-inflammatory activity

Introduction

Introduction

Les plantes médicinales constituent une source inépuisable de substances à activités biologiques et pharmacologiques très variées (**Hambaba et al., 2012**), Une grande partie de la population dans le monde utilise la médecine traditionnelle basée principalement sur les plantes médicinales, qui jouent un rôle très important dans la protection de l'organisme (**Jiménez et al., 2015**). Plusieurs médicaments sont dérivés des plantes ou des molécules d'origine végétale (**Shakeri et Boskabady., 2015**)

La flore d'Algérie est extrêmement riche et originale en plantes médicinales peu ou pas connues dont certaines sont rarissimes (**Kaabeche, 2007**), elle est caractérisée par sa diversité florale: méditerranéenne, saharienne et une flore paléo tropicale estimée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques. Ces espèces sont pour la plupart spontanées avec un nombre non négligeables (15%) d'espèces endémiques (**Ozenda, 1977 ; Benkiki, 2006**).

La famille des lamiacées est l'une des plus grandes familles parmi les plantes dicotylédones, comprenant environ 236 genres et plus de 7000 espèces réparties dans le monde entier, le plus souvent dans la région méditerranéenne (**Frezza et al., 2019**). En Algérie, la famille des lamiacées comprend 28 genres et 146 espèces (**Quezel et Santa., 1963**). Cette famille est parmi les plus recensés en études ethnobotaniques et utilisées en tradi-médecines en Algérie. Cette famille a fait l'objet de nombreux travaux de recherche sur le plan phytochimiques (**Kabouche et al., 2005**) et montrent diverses activités *in vitro* (**Hennebelle et al., 2006**), Elle est l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antibactérien, antifongiques, anti-inflammatoire et antioxydant (**Bouhdid et al., 2006**)

Les Lamiacées appartenant à des genres commercialement importants, tels que *Plectranthus*, *Salvia*, *Ocimum* et *Mentha*. Plus de 300 espèces de *Plectranthus* sont signalées dans toutes les régions tropicales et chaudes du vieux monde, y compris l'Asie, l'Afrique et l'Australie (**retief, 2000**). Dans plus de 85% de la littérature, la documentation sur le *Plectranthus* porte sur les valeurs thérapeutiques de ce genre, suivie de ses propriétés nutritionnelles et horticoles attribuées à sa nature aromatique et à sa capacité de production d'huile essentielle. (**Alasbahi et Grayer., 2010**). Elle est également connue sous le nom de bourrache indienne, est une herbe charnue et succulente célèbre pour son goût et son odeur distincts semblables à ceux de l'origan. C'est l'une des espèces les plus citées dans la famille des Lamiacées, notamment pour ses propriétés médicinales, représentant 68% de toutes les applications courantes de ce genre (**Lukhoba, 2006**). Cette herbe est largement utilisée par les populations autochtones des forêts tropicales humides, soit en médecine traditionnelle soit à des fins culinaires. Cela est principalement dû à sa production naturelle d'une huile essentielle contenant des quantités élevées de composés bioactifs tels que le carvacrol (**Castilo, 1999**), le thymol (**Singh , 2002**), le β -caryophyllène, l' α -humulène, le γ -terpinène, le p-cymène, l' α -terpinéol et le β -sélinène, identifiés dans la composante huileuse de ses feuilles (**Murthy, 2009 ; Senthilkumar, 2010**).

Ces composants biochimiques présentent diverses propriétés biologiques (**Gonçalves et Bhatt., 2012**) et sont largement utilisés en médecine traditionnelle pour traiter des affections telles que le rhume, l'asthme, la constipation, les maux de tête, la toux, la fièvre et les

Introduction

maladies de la peau. Les feuilles de la plante sont souvent consommées crues ou utilisées comme agents aromatisants, ou incorporées en tant qu'ingrédients dans la préparation des plats traditionnels. (Khare,2011).

La présente étude a pour objectif l'étude phyto-chimiques, l'évaluation de l'activité anti-oxydante et anti-inflammatoire de l'extrait éthanoliques des parties aériennes de *Plectranthus amboinicus in vitro*.

- Une première partie, qui est une synthèse bibliographique, sera consacrée à une présentation de la plante *Plectranthus Amboinicus* leur utilisation traditionnelle, et les propriétés biologiques de la plante à travers les travaux phyto-chimiques réalisés.
- La deuxième partie décrit la partie expérimentale avec une présentation des techniques d'extraction, en plus de l'évaluation de l'activité anti-oxydante et anti-inflammatoires de la plante.
- La troisième partie de ce mémoire expose l'ensemble des résultats obtenus et la discussion qui mettra l'emphase sur leur signification par rapport aux données de la littérature.
- Le travail est clôturé par une conclusion et des perspectives.

Rappel bibliographique

Chapitre I :

Présentation de

plante étudiée

1. Définition

Le nom *Plectranthus* dérive des mots grecs “plectron”, signifiant éperon, et “Anthos”, signifiant fleur, en référence aux fleurs en forme d’éperon de certains membres du genre (Stearn,1992). La plante s’est propagée dans toute l’Asie orientale et l’Afrique et a finalement été naturalisée en Amérique latine par les Espagnols, qui ont nommé cette herbe “oregano de la Hoja Ancha”. L’origan cubain peut encore être trouvé à l’état sauvage dans les forêts tropicales d’Indonésie et de Malaisie, et comme il est facile à cultiver et peut survivre à une négligence considérable, c’est une plante d’intérieur populaire dans le monde entier (Rao et al.,2010).



Figure 1 : : La plante médicinale *P. Amboinicus*: (Shushma et al.,2023).

2. Classification

Selon la classification de(Punet et al.,2020)

Division : Magnoliophyta

Royaume : Plantae

Clade : Angiospermes

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiacées

Genre : *Plectranthus*

Chapitre I : Présentation de plante étudiée

Espèce : *Coleus aromaticus*

Synonymes : *Coleus amboinicus* Lour.

3. Noms communs de *Plectranthus amboinicus*

Cette plante est communément connue sous différents noms à différents endroits :

Cannada : Doddapatre, doddapatre soppu

Inde: Patta ajavayin, Patharchur, Amroda, pathercheer

Anglais : Country borage, Indian borage, Indian mint(menthe indienne)

Bengali : Amalkuchi

Malayalam : Panikoorka

Gujarati : Ovapan

Marathi : Pan ova

Sanskrit : Karpuravalli, Sugandhavalakam, Parnayavani

Marathi : Pathurchur(Fu et Fu.,2015)

Le *Coleus aromaticus* est un médicament très populaire en Inde, également appelé origan. Dans certains pays, cette herbe est utilisée dans le traitement des ulcères. Il s'agit d'une grande herbe juteuse qui a une odeur aromatique, et elle est très commune sans culture étendue. Lorsqu'elles sont écrasées ou pressées, les feuilles dégagent une odeur de menthe et elles sont également épaisses et juteuses. Différents types de phytochimiques sont présents dans différentes parties de la plante telles que les fruits, les tiges florales, les feuilles et les racines(Fu et Fu.,2015). Peu de nutriments de cette plante sont trouvés pour avoir un rôle important dans le traitement du diabète. Le *Coleus aromaticus* est capable de réduire les niveaux de glucose dans le sang, donc il peut être utilisé comme un agent antidiabétique et aide également dans d'autres problèmes causés par des niveaux de sucre élevés comme il peut être utile en termes de cicatrisation des plaies diabétiques pour guérir plus rapidement, en raison de sa capacité à prévenir, ou il peut diminuer le risque d'infection et de complication (Punet et al.,2020;Tiwari et al.,2012)

4. Description botanique

4.1. Origine, Parenté Sauvages et Répartition Géographique

Le nom *Plectranthus* dérive des mots grecs « plectron », signifiant éperon, et « Anthos », signifiant fleur, en référence aux fleurs en forme d'éperon de certains membres du genre(Stearn,1992)en raison du manque de caractéristiques morphologiques précises pour distinguer les espèces au sein du genre *Plectranthus* et de ses genres étroitement associés, de nombreux problèmes taxonomiques concernant la nomination des espèces ont entraîné le déplacement erroné des espèces dans certains genres étroitement liés tels que *Coleus*, *Solenostemon* et *Englerastrum*(Lukhoba et al.,2005)L'espèce *P. Amboinicus* était

Chapitre I : Présentation de plante étudiée

initialement classée sous le genre *Coleus* mais a été déplacée vers le genre *Plectranthus*, bien que les deux noms soient parfois vus dans la littérature aujourd'hui. Cette espèce possède également le plus grand nombre de synonymes. Les synonymes de *P. Amboinicus* incluent *P. Aromaticus* Roxb., *Coleus aromaticus* Benth. Et *C. Amboinicus* Lour. (Lukhoba et al., 2005)

L'origine de *P. Amboinicus* est inconnue, mais elle est possiblement d'Afrique et d'Inde (Wagner et lorence., 2016) et elle a depuis été distribuée et cultivée de manière pantropicale. Le spécimen type de l'espèce a été collecté à Amboine, Moluques, d'où son nom d'espèce *amboinicus* (Roux, 2003). Les révisions taxonomiques de *Plectranthus* ont eu lieu sur une base régionale plutôt qu'internationale, contribuant ainsi à une mécompréhension de la même espèce. (Lukhoba et al., 2005)

4.2. Taxonomie

P. amboinicus est un membre de la famille des Lamiacées, ou la menthe. Le genre riche en huile paléotropical, elle appartient à la sous-famille des Népétoïdées. Il comprend environ 300 espèces de plantes herbacées annuelles ou vivaces, ou de sous-arbrisseaux qui sont souvent succulents (Wagner et lorence., 2016). De nombreuses espèces de *Plectranthus* ont des valeurs économiques et médicinales. Parmi elles, *P. Amboinicus* est l'une des plantes succulentes aromatiques médicinales les plus importantes qui possèdent des feuilles à l'odeur distinctive avec de courts poils doux et droits.

4.3. Morphologie

P. amboinicus est un arbuste succulent avec une tendance à grimper ou à ramper. Il peut atteindre plus de 1 mètre de hauteur et encore plus en largeur à l'état sauvage (Wagner et lorence., 2016; Roshan et al., 2010). Cette grande herbe succulente étalée est charnue et très aromatique. Les tiges charnues mesurent environ 30 à 90 cm, soit avec de longs poils rigides (hispidés velus), soit tomenteuses (densément couvertes de poils doux, courts et droits, pubescentes) (Wagner et Lorence., 2016; Khan, 2013). Les feuilles sont non divisées (simples) largement ovales à suborbiculaires avec une pointe effilée (ovales) et très épaisses ; elles sont pubescentes (densément garnies de poils), avec la face inférieure possédant le plus grand nombre de poils glandulaires, donnant un aspect givré (Roshan et al., 2010) goût de cette feuille est agréablement aromatique avec une odeur agréable et rafraîchissante. Les fleurs sont sur un court pédoncule, de couleur pourpre pâle, disposées en touffes denses à des intervalles distants dans un long racème mince. Les fleurs ont un calice en forme de cloche et la gorge est lisse à l'intérieur avec deux lèvres, la lèvre supérieure étant ovale et fine, la lèvre inférieure ayant quatre dents étroites. La corolle est de couleur pourpre pâle et cinq fois plus longue que le calice, avec un tube court, gorge et lèvres courtes (Khan, 2013; Roshan et al., 2010). Les fruits à noyaux sont lisses, de couleur brun clair, mesurant 0,7 mm de long et 0,5 mm de large. *P. Amboinicus* fleurit rarement et les graines sont difficiles à collecter. (Khan, 2013)

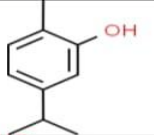
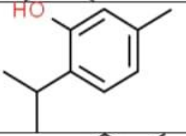
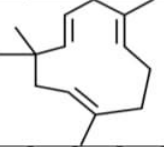

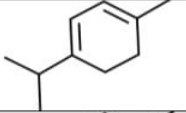
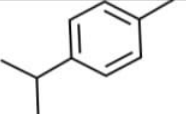
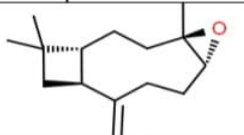
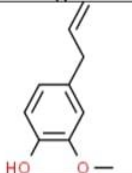
4.4. Culture

P. amboinicus est une plante à croissance rapide généralement propagée par boutures de tige. Cette méthode de propagation privilégiée par des moyens végétatifs est due au fait qu'elle produit rarement des graines ou arrive à maturité grainière (Staples et Kristiansen.,1999) L'herbe pousse facilement dans un emplacement bien drainé et semi-ombragé. On la trouve bien pousser sous les climats tropicaux et subtropicaux. Elle s'est également bien adaptée aux climats plus frais lorsqu'elle est cultivée en pot et rentrée à l'intérieur, ou déplacée vers un endroit chaud et abrité pendant l'hiver (Khan,2013). La plante doit être arrosée avec parcimonie seulement. *P. Amboinicus* pousse mieux dans un sol riche en compost, avec un pH neutre et une haute humidité, mais si le sol est trop gorgé d'eau, ses racines peuvent commencer à pourrir. D'autre part, elle résiste bien à de sévères sécheresses, car elle stocke beaucoup d'eau dans sa chair succulente. Elle survit également bien à de fortes chaleurs et à un soleil brûlant, ainsi qu'à une ombre dense, mais pousse mieux sous une ombre partielle. Pour toutes ces raisons, elle est très facile à cultiver à l'intérieur et c'est pourquoi elle devient de plus en plus populaire comme plante d'intérieur dans le nord de l'Europe. *P. Amboinicus* ne peut pas supporter des températures inférieures à 0 °C et est stressée même lorsque la température descend en dessous de 10 °C. En général, très peu d'informations sont disponibles sur les méthodes/pratiques utilisées pour la culture commerciale et la récolte de cette herbe.

5. Phytochimie

Une grande et croissante quantité de littérature a étudié la composition chimique et les propriétés pharmacologiques de *P. amboinicus*. Plus récemment, l'intérêt des phytochimistes et des biologistes s'est porté sur l'isolement de composés bioactifs spécifiques de *P. amboinicus* et sur la compréhension de leur importance pharmacologique. Cependant, le profil chimique et le schéma d'accumulation des constituants bioactifs dans différentes parties de la plante et leur teneur en huile essentielle varient en fonction de divers paramètres, tels que les caractéristiques géographiques, le climat et les différents stades de la collecte de matériel végétal (Swamy et Sinniah.,2015). De plus, la méthode d'extraction et d'identification peut également entraîner des variations dans la composition phytochimique. Actuellement, seuls quelques rapports ont mentionné l'isolement et l'authentification de composés individuels de *P. amboinicus*. Par conséquent, l'identification correcte, l'isolement et la quantification des phyto composés sont très nécessaires pour comprendre leur importance pharmacologique et biologique. On rapporte que *P. amboinicus* contient plusieurs classes de phytochimiques, y compris des monoterpénoides, des diterpénoides, des triterpénoides, des sesquiterpénoides, des phénoliques, des flavonoïdes et des esters. Les détails de ces constituants bioactifs sont discutés dans cette section. position chimique:

Tableau 1 : pourcentage de composés chimiques présents dans l'huile essentielle *P.amboinicus* (Vismaya *et al.*,2022)

Chemical Compounds	Chemical structure	Amount (%)	References
Carvacrol		28.65	Prakash <i>et al.</i> (2012)
Thymol		21.66	
α -humulene		9.67	
Undecanal		8.295	
Terpinene		7.76	
<i>p</i> -cymene		6.46	
Caryophylleneoxide		5.85	
Eugenol		4.40	

5.1. Composition volatile de *P. Amboinicus*:

L'huile essentielle obtenue à partir des explants de feuilles et de tiges a été montrée pour contenir un total de 76 constituants volatils. Cette huile essentielle contenait une quantité abondante des deux principaux composés phénoliques, à savoir le carvacrol et le thymol, qui sont appréciés en pharmacie pour diverses propriétés culinaires. La qualité ainsi que la quantité des composés chimiques présents dans l'huile essentielle sont directement liées à ses fonctions biologiques. L'huile de *P. amboinicus* est riche en monoterpènes oxygénés, en hydrocarbures monoterpéniques, en hydrocarbures sesquiterpéniques et en sesquiterpènes oxygénés (Lukhoba *et al.*,2005).L'huile essentielle de feuilles de *P. amboinicus* est particulièrement riche en monoterpènes phénoliques tels que le thymol et le carvacrol, qui sont supposés exercer diverses propriétés pharmacologiques (Lukhoba *et al.*,2005;Khare *et al.*,2011;Roshan *et al.*,2010;Can Baser,2008) représente les détails de ces composés volatils, tandis que la Figure 1 illustre les détails structuraux de certains de ces principaux composés.

Chapitre I : Présentation de plante étudiée

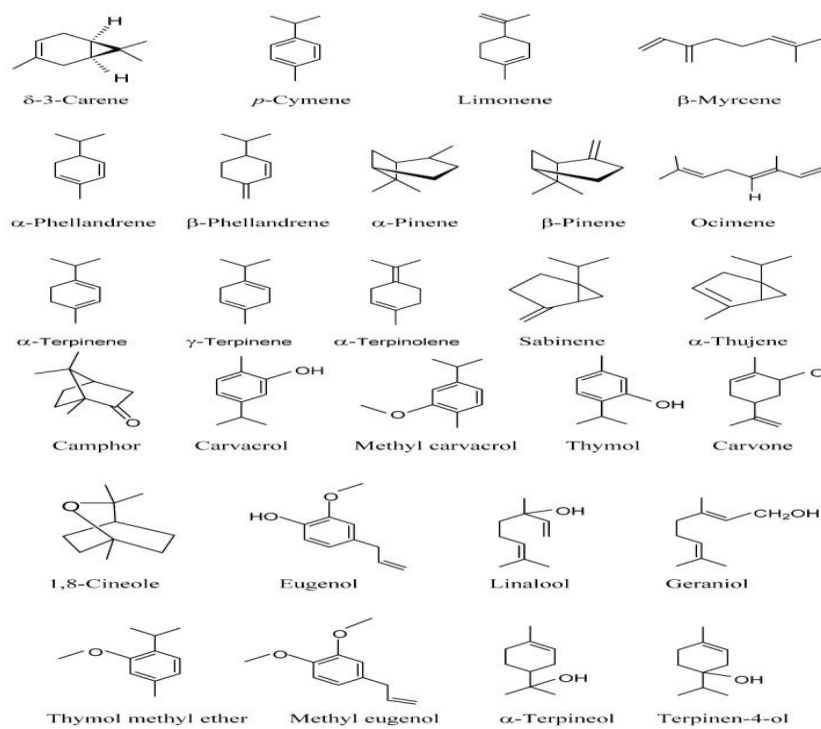


Figure 2 : les structures de certains composants chimiques volatils (Arumugam *et al.*, 2016)

Chapitre I : Présentation de plante étudiée

Une méthode d'hydro-distillation utilisant un appareil de type Clevenger pendant 3 à 4 heures est couramment utilisée pour extraire l'huile essentielle de *P. amboinicus*. Cependant, les constituants volatils de la feuille de *P. amboinicus* obtenus par extraction à l'hexane, distillation à la vapeur et extraction au CO₂ supercritique ont montré des différences chimiques (Pino *et al.*,1996). La méthode d'extraction à l'hexane a produit le rendement d'huile le plus élevé (6,52 %) par rapport aux méthodes de distillation à la vapeur (0,55 %) et d'extraction au CO₂ supercritique (1,40 %). Il a également été observé une différence d'arôme des extraits attribuée à une dissemblance qualitative et quantitative dans la composition chimique. Dans une autre étude, une méthode d'extraction en phase solide micro (SPME) a montré la présence d'eucalyptol dans les feuilles de *P. amboinicus*(Khare *et al.*,2011;Knab *et al.*,2008). Les constituants volatils des feuilles de *P. amboinicus* collectées en Ouganda ont été extraits par microextraction en phase solide de tête (HS-SPME) et leur analyse par chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS) a révélé la présence de Linanol (50,3 %) comme composant majeur(Rout *et al.*,2012;Asimwe *et al.*,2014) . Les autres composés volatils observés étaient le Carvacrol (10,3 %), l'acétate de géranyle (11,75 %), l'acétate de nérol (11,6 %), le γ -Terpinène (3,2 %), le p-Cymène (2,9 %), le Nérol (2,3 %), l' α -4-Carène (1,3 %), le Caryophyllène (1,2 %) et le β -Myrcène (0,8 %).(Arumugam *et al.*,2016)

Les constituants chimiques de l'huile essentielle de *P. amboinicus* variaient selon les échantillons collectés dans divers lieux géographiques. En Inde, l'huile essentielle de *P. amboinicus* était rapportée comme possédant des composés volatils tels que le Carvacrol (43,1 %), le Thymol (7,2 %), l'Eugénol (6,4 %), le Chavicol (5,3 %) et l'Et-salicylate (3,2 %) (Dutta,1959), ce qui différait des constituants observés par Baslas et Kumar,(1981) avec du Thymol (41,30 %), du Carvacrol (13,25 %), du 1,8-Cinéole (5,45 %), de l'Eugénol (4,40 %) et du β -Caryophyllène (4,20 %). De même, l'analyse de l'huile essentielle obtenue à partir de plantes de *P. amboinicus* sauvages poussant à Bangalore, en Inde, a montré la présence de 36 composés(Mallavaparu *et al.*,1999). Les principaux composés identifiés étaient le Carvacrol (53 % à 67 %), le p-Cymène (6,5 % à 12,6 %), le β -Caryophyllène (7,4 %), l'oxyde de Caryophyllène (2,2 %) et l' α -Terpinène (5,9 % à 15,5 %). Pour la première fois, il y a eu une présence des composés eugénol et méthyl eugénol dans l'huile de *P. amboinicus* indienne (Andra Pradesh).(Singh,2002)

5.2. Constituants chimiques non volatils de *P. Amboinicus*

Les constituants chimiques non volatils de *P. amboinicus* comprennent 30 composants identifiés(Khare *et al.*,2011;El hawary *et al.*,2012).Ces composés chimiques non volatils incluent des acides phénoliques, des flavonoïdes, des hydrocarbures monoterpéniques, des hydrocarbures sesquiterpéniques, des monoterpènes oxygénés et des esters. Les détails de ces phyto-composés sont présentés et certaines structures de composés importants et majeurs sont illustrées dans la Figure 2. L'extrait de chloroforme des feuilles séchées à l'air de *P. amboinicus* a été soumis à une fractionnement en utilisant la technique de chromatographie sur colonne de gel de silice pour séparer les composés non volatils(Ragasa *et al.*,1999).Ensuite, les composés isolés ont été identifiés en utilisant la spectroscopie d'absorption ultraviolette (UV), la résonance magnétique nucléaire 1-D (RMN) et la RMN 2-

Chapitre I : Présentation de plante étudiée

D comme trois flavones, à savoir, Cirsimaritine, Salvigénine et Chryséroïol. Une analyse par chromatographie liquide haute performance (CLHP) a été réalisée pour analyser le composé majeur, le Carvacrol, présent dans l'extrait aqueux des plantes de *P. amboinicus* obtenues à Taichung de Taïwan (Chiu *et al.*, 2012). Les résultats ont montré une abondance de Carvacrol dans l'extrait aqueux, avec 1,88 mg/g d'extrait. Huit composés de la fraction d'acétate d'éthyle des feuilles de *P. amboinicus* collectées en Égypte ont été isolés et identifiés (El hawary *et al.*, 2012). Sur la base des spectres UV, RMN et de leurs données physiques, ces composés isolés ont été identifiés comme 5,4'-Dihydroxy-3,7-diméthoxy flavone (3-méthoxy genkwanine), 5,4'-Dihydroxy-6,7-diméthoxy flavone (Crisimaritine), acide p-coumarique (acide hydroxycinnamique), acide caféique, 3,5,7,3',4'-Pentahydroxy flavanone (Taxifoline), acide rosmarinique, apigénine et 5-O-Méthyl-lutéoline. Pour la première fois, ils ont signalé la présence de 3-méthoxy genkwanine, d'acide p-coumarique et de 5-O-Méthyl-lutéoline dans cette plante (Arumugam *et al.*, 2016). Dans la même étude, la teneur totale en composés phénoliques était plus élevée dans l'extrait de tige (9,6 mg/g) par rapport aux extraits de feuilles (8,4 mg/g) et aux extraits de racines (5,4 mg/g).

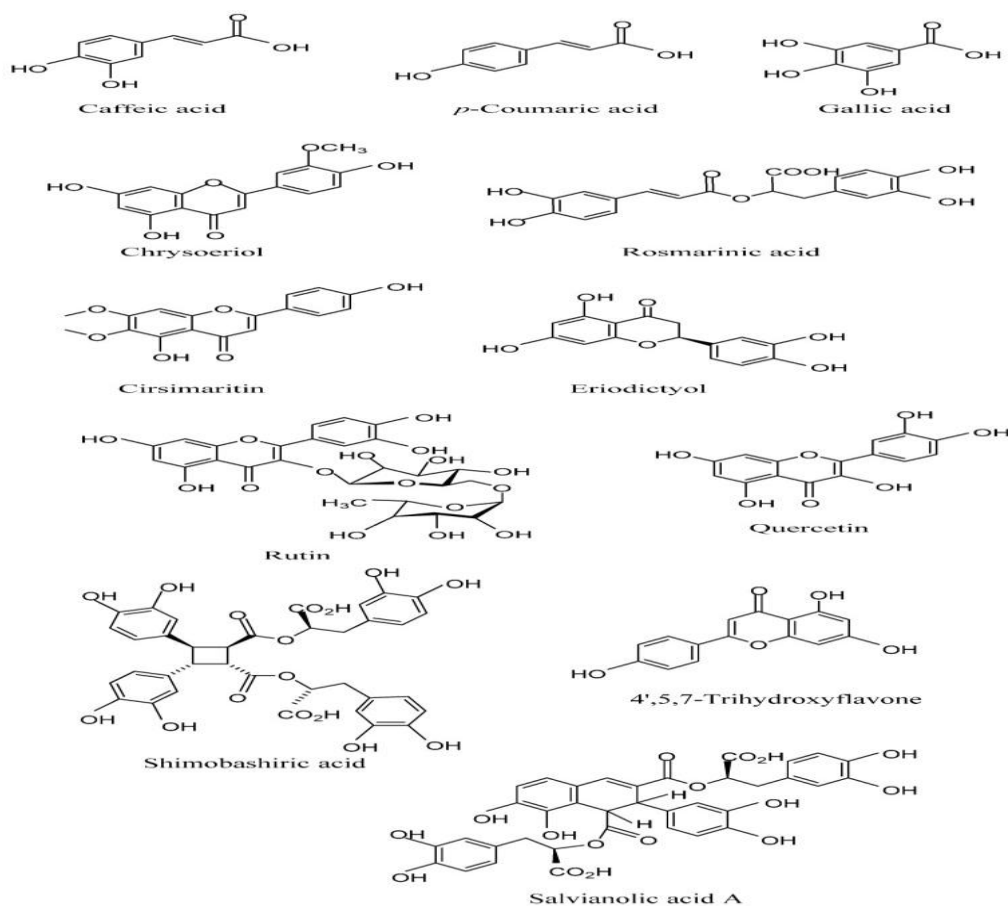


Figure 3 : Structures de certains des composants chimiques non volatils (Arumugam *et al.*, 2016)

Chapitre I : Présentation de plante étudiée

La teneur en tanins s'est révélée être la plus élevée dans les extraits de racines (126 µg/g), suivie des feuilles (90 µg/g) et des tiges (81 µg/g). L'utilisation d'une analyse de chromatographie liquide haute performance à haute résolution (UPLC-MS) a permis d'identifier la présence d'acide rosmarinique, de chryséroïol, d'acide caféique et d'acide p-coumarique dans les fractions d'acétate d'éthyle des tiges et des racines. Cependant, les composés ériodyctiol, lutéoline et quercétine n'ont été trouvés que dans les fractions d'acétate d'éthyle des tiges(El hawary *et al.*,2012). Bhatt *et al.*(2013)ont analysé les phytochimiques présents dans les extraits de tiges méthanoliques de *P. amboinicus*. Leur étude a révélé l'existence d'une teneur phénolique totale (49,9 mg d'équivalent acide gallique (EAG)/g d'extrait), de tanins condensés (0,7 mg d'équivalent acide tannique (TAE)/g d'extrait) et de flavonoïdes totaux (26,6 mg d'équivalent rutine (RE)/g d'extrait). De plus, l'analyse par HPLC de l'extrait a confirmé la présence de polyphénols bioactifs tels que l'acide rosmarinique (6,16 mg/g d'extrait), la rutine (0,32 mg/g d'extrait), l'acide caféique (0,77 mg/g d'extrait), l'acide gallique (0,26 mg/g d'extrait), l'acide p-coumarique (0,10 mg/g d'extrait) et la quercétine (0,15 mg/g d'extrait). La composition chimique des extraits aqueux de feuilles de *P. amboinicus* a été signalée comme contenant des tanins, des flavonoïdes, des saponines, des polyuronides et des glycosides stéroïdiens(Asimwe *et al.*,2014). Dans la même étude, environ 11 phytoconstituants constituant 97,6 % de l'extrait total ont été confirmés par une analyse GC-MS. Les principaux composants comprenaient le linalol (50,3 %), le carvacrol (14,3 %), l'acétate de géranyle (11,7 %) et l'acétate de nérol (11,6 %). Chen *et al.*(2014)ont isolé et identifié 4 composés bioactifs avec une activité d'inhibition des facteurs de transcription à partir des parties aériennes (tiges et feuilles) de *P. amboinicus* collectées en Thaïlande. Ils ont séparé les composés des extraits aqueux en utilisant une fractionnement basé sur une colonne HPLC pour détecter les composés par spectrométrie de masse et une analyse RMN. Les non-volatils identifiés comprenaient l'acide rosmarinique, la thymoquinone, l'acide shimobashirique et l'acide salvianolique.

6.Utilisations pharmacologiques de *P. Amboinicus*

Cette herbe a une histoire traditionnelle. Depuis de nombreuses années, cette herbe dorée est très efficace dans les médecines folkloriques. Cette plante est efficace dans la guérison des blessures avec très peu d'effets secondaires, donc cette herbe est assez impressionnante en ce sens. La dose toxique mortelle de cette herbe particulière a été testée chez des souris de laboratoire, ce qui a montré que la plante *P. Amboinicus* est une herbe qui n'a pas d'effets secondaires, ou nous pouvons dire que cette herbe incroyable n'a pas d'effets secondaires (Archana,2013;Manjamalai et Grace,2013).

Plectranthus amboinicus est une herbe utilisée dans le traitement de maladies célèbres telles que la céphalée, l'otalgie, l'anorexie, la dyspepsie, les ballonnements, la colique, la diarrhée, le choléra, les gencives, les crises, l'asthme, la toux, la bronchite chronique, les calculs rénaux, les calculs vésicaux, le hoquet, la strangurie, l'hépatopathie, la fièvre et le paludisme. Les fissures aux commissures des lèvres sont traitées avec cette plante.

Plectranthus amboinicus montre une activité anthelminthique qui est déjà rapportée et il est largement cultivé pour cette raison. Pour répondre à l'augmentation de la demande en

Chapitre I : Présentation de plante étudiée

médecines à base de plantes, des recherches et des analyses constantes ont été menées, ce qui prouvera l'activité antioxydante de *P. Amboinicus*(**Aragao et al.,2006**)

Les membres du genre *Coleus* sont très importants car ils fournissent de la nourriture, des médicaments et des plantes ornementales. Les praticiens de l'Ayurveda ont utilisé les variétés de *Coleus* dans les toux chroniques et l'asthme, incluant les calculs, la gonorrhée, les maladies cardiaques, la fièvre, les hémorroïdes, la Dyspepsie. Depuis l'antiquité, la plante a également été largement étudiée pour des activités, telles que les précédentes biochimiques antimutagènes et le cancer, ces composants sont antitoxiques en caractéristiques, et ils sont également une bonne source pour le traitement des maladies (**Koti et al.,2011**)

Chapitre II:

Lesactivités

Biologique de

P. Amboinicus

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

1. Activité Anti-oxydant

L'huile essentielle de *P. Amboinicus* possède une propriété antioxydante significative contre le stress créé dans la lignée cellulaire induisant le cancer du poumon dans les modèles in vitro et in vivo, ce qui pourrait être dû à la présence de composés phytochimiques tels que le Carvacrol et le Thymol. Il a été constaté que l'antioxydant non enzymatique, le glutathion réduit, était augmenté chez les souris traitées avec l'huile essentielle de *P. Amboinicus*. La présence de composés bioactifs importants confirme la possibilité de son utilisation dans les formulations de médicaments pharmaceutiques. L'utilisation de l'huile essentielle de *P. Amboinicus* est moins chère que la formulation de médicaments naturels et également sans effets secondaires rapportés sur le modèle animal (Manjamalai et Grace.,2012). Pour la première fois, l'extrait aqueux de feuilles de *P. Amboinicus* a été signalé pour posséder une plus grande capacité de piégeage du superoxyde, de piégeage de l'oxyde nitrique et de chélation des ions ferreux (Kumaran et Karunakaran.,2006). Un rapport de Bhatt et Negi,(2012) a montré le contenu le plus élevé en polyphénols avec une capacité antioxydante totale appréciable et des propriétés de piégeage des radicaux libres 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH) dans l'extrait au solvant des feuilles de *P. Amboinicus*. De manière similaire, Khanum et al,2011 ont trouvé une teneur plus faible en flavonoïdes totaux et en phénoliques totaux ainsi qu'une activité antioxydante dans un extrait de feuille éthanolique de *P. Amboinicus*.

2. Activité anti-inflammatoire

L'extrait de *P. Amboinicus* au hexane (HE) a également montré une activité anti-inflammatoire (Gurgel et al.,2009). Une réduction significative de l'œdème de la patte a été observée à des doses de 150, 250 et 350 mg/kg du HE de *P. Amboinicus*. Les pourcentages les plus élevés de réduction de l'œdème de la patte ont été observés dans les groupes traités avec 250 (41 %) et 350 mg/kg (33 %) du HE de *P. Amboinicus*. De manière intéressante, le pourcentage le plus bas d'inhibition de l'œdème de la patte a été observé dans les groupes qui étaient traités avec 10 mg/kg d'indométhacine, un médicament anti-inflammatoire non stéroïdien. L'arthrite rhumatoïde est une maladie inflammatoire chronique. La protéine activatrice-1 (AP-1) contrôle l'expression des cytokines inflammatoires, tandis que le facteur de nécrose tumorale (TNF- α) joue un rôle clé dans la pathogenèse de la résorption osseuse inflammatoire. Les constituants actifs de *P. Amboinicus* ont montré posséder des activités inhibitrices de l'AP-1 et du TNF- α (Chen et al.,2014). Cependant, ils ont suggéré de valider davantage le potentiel inhibiteur de l'AP-1 et du TNF- α de *P. Amboinicus* pour le traitement de l'arthrite rhumatoïde. Le traitement avec des extraits méthanoliques de feuilles de *P. Amboinicus* a résulté en une activité anti-inflammatoire de modérée à élevée chez des souris expérimentales (Manjamalai et Grace.,2012). Des études in vitro et in vivo ont révélé l'activité anti-inflammatoire puissante de l'extrait aqueux de *P. Amboinicus* (Chiu et al.,2012). L'activité anti-inflammatoire était liée à la modulation des enzymes antioxydantes dans le foie avec une diminution du niveau de malondialdéhyde. De plus, ils ont observé la production de TNF- α et de cyclooxygénase 2 (COX-2) dans le tissu de la patte œdémateuse induite chez les souris. Les études in vitro ont révélé la production de médiateurs pro-

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

inflammatoires dans les cellules RAW 264.7. Plus récemment, **Silitonga et al,(2015)** Ont rapporté l'amélioration significative des niveaux d'immunoglobulines (IgG, IgM) et de l'activité lysozyme chez les rats traités avec l'extrait de feuille éthanolique de *P. Amboinicus*.

3. Activité anti-microbienne

L'extrait de *P. Amboinicus*, contient d'innombrables constituants biologiques en raison de sa diversité chimique. Les phytochimiques des plantes possèdent une activité antimicrobienne contre un large éventail de bactéries, de levures et de moisissures, mais varient en quantité et en qualité selon les constituants bioactifs(**Swamy et al.,2015;Sandhya et al.,2011;Negi,2012**). Sa large gamme de diversité chimique contenant des phytochimiques tels que des terpènes, alcools, acétone, phénols, acides, aldéhydes et esters est souvent utilisée comme composants dans l'industrie pharmaceutique.

4. Activités anti-fongiques

Il existe également des preuves abondantes que *P. amboinicus* joue un rôle crucial dans l'entrave de la croissance des champignons pathogènes. Cependant, on sait peu de choses sur les dérivés et leur efficacité lorsqu'ils sont utilisés conjointement avec des médicaments industriels. En évaluant l'interférence de l'huile essentielle de *P. amboinicus* sur l'activité anti-Candida de certains antifongiques utilisés en clinique (itraconazole, kétoconazole et amphotéricine B), cela a montré un niveau d'interférence diversifié. L'huile essentielle a montré une interférence importante sur l'activité de l'itraconazole, fournissant un effet synergique sur *C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. krusei* et *C. stellatoidea*. En revanche, l'interférence sur l'activité anti-levure du kétoconazole était antagonique et synergique lors de l'interaction avec *C. albicans*, *C. guilliermondii* et *C. stellatoidea*. L'amphotériine B, quant à elle, a montré une faible interférence sur l'activité anti-levure(**Oliveira et al.,2007**). Dans une autre recherche, l'activité antifongique de l'huile volatile a été étudiée contre divers champignons par un test de sensibilité à la diffusion dans le puits d'agar. Dans cette étude, la croissance d'*Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus niger* et *Penicillium sp.* a été inhibée respectivement de 60 %, 64 % et 60 % avec 10 µL d'huile volatile(**Murthy et al.,2009**).

5. Activités anti-bactériennes

Les bactéries sont des micro-organismes procaryotes que l'on trouve généralement à la surface de la peau, dans la couche muqueuse et dans le tractus intestinal des humains et des animaux. Le genre *Staphylococcus* est un exemple courant de bactéries présentes sur la peau et dans les muqueuses et est le plus souvent inoffensif. Cependant, il existe des bactéries dangereuses classées comme agents pathogènes humains, provoquant des maladies contagieuses avec un pronostic fatal(**Vermelho et al.,2007**). Ces bactéries sont généralement inhibées par la prise d'antibiotiques. Cependant, la résistance aux médicaments développée par les microbes est de plus en plus observée et constitue un phénomène mondial. Par conséquent, l'exploration continue des plantes médicinales pour trouver des médicaments efficaces est un processus en cours. Depuis de nombreuses années, *P. amboinicus* est utilisé comme remède populaire pour lutter contre l'activité bactérienne pathogène. À Cuba, une décoction des feuilles était donnée aux patients souffrant de toux chronique ou de

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

tuberculose, et des études scientifiques ultérieures ont révélé que *P. amboinicus* avait une activité anti-Myco**acterium tuberculosis**(**Frame et al.,1998**). L'extrait aqueux chaud des feuilles de *P. amboinicus* a inhibé la croissance des agents pathogènes, *Escherichia coli* et *Salmonella typhimurium*, tout en stimulant la croissance de *Lactobacillus plantarum*. (**Shubha et Bhatt.,2015**) Cette activité antibactérienne des extraits de plantes est très probablement due à l'effet combiné de l'adsorption de polyphénols sur les membranes bactériennes avec une perturbation de la membrane et une fuite subséquente des contenus cellulaires, (**Ikigai et al.,1993;Otake et al.,1991**) ainsi qu'à la génération de peroxyde d'hydrogène à partir de polyphénols(**Akagawa et al.,2003**). De plus, il a été démontré que l'extrait éthanolique non stérilisé des feuilles de *P. amboinicus* présente une activité antibactérienne contre les agents pathogènes des plaies diabétiques, *E. coli*, *S. aureus*, *P. mirabilis*, *P. aeruginosa* et *K. pneumonia*(**Muniandy et al.,2014**). L'attention actuelle est axée sur l'inhibition des bactéries résistantes aux antibiotiques, car cela devient progressivement un problème majeur dans l'industrie médicale. L'huile essentielle de *P. amboinicus* est réputée avoir un effet synergique sur la toxicité des antibiotiques envers les souches bactériennes résistantes lorsqu'elle est combinée à des aminoglycosides. Cela fait de l'huile essentiel *P. Amboinicus* une source possible d'un produit naturel ayant une activité de modification de la résistance bactérienne. (**Aguiar et al.,2015**)

6. Activités anti-virales

De nombreux agents actifs sont disponibles pour le traitement symptomatique des maladies sexuellement transmissibles (MST) et du syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA). Néanmoins, l'émergence de souches résistantes aux médicaments et les effets toxiques limitant la posologie ont compliqué le traitement de ces maladies et ont rendu nécessaire la recherche de nouvelles substances antimicrobiennes provenant de diverses sources. Au cours de la dernière décennie, des progrès majeurs ont été rapportés dans le domaine des "microbicides", c'est-à-dire des composés ou des formulations qui, lorsqu'ils sont appliqués localement, peuvent prévenir la transmission des MST, y compris le SIDA(**Asimwe et al.,2014**). Parmi ceux-ci, on trouve quelques dérivés de gossypol, des préparations polyherbales de praneem et des plantibodies provenant de sources végétales. De même, des extraits de *P. amboinicus* ont été testés et ont montré une activité antivirale contre le virus de l'herpès simplex de type 1 (VHS1) (**Hattori et al.,1995**) et une activité d'inhibition anti-VIH (**Kusumoto et al.,1995**). De plus, l'extrait éthanolique de *P. amboinicus* a montré une activité antivirale sélective sur des lignées cellulaires Vero à une concentration minimale inhibitrice de 0,1 mg/mL lorsqu'il a été testé contre les virus VHS1 et de la stomatite vésiculeuse (VSV).(**Ali et al.,1996**)

7. Activité anti-épileptique

- Diverses études ont rapporté l'utilisation de *P. amboinicus* dans le traitement des troubles nerveux, y compris l'épilepsie et les convulsions. (**Jain et Lata.,1996**) À Cuba, il est utilisé commemedicament anticonvulsive et antiepileptique(**Castillo et Gonzalez.,1999**).**Bhattacharjee et Manjumder,(2013)** ont testé l'activité anticonvulsivante de l'extrait alcoolique de la feuille, de tige et de racine séparément

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

sur des modèles de souris *albinos* suisses en provoquant des crises par choc électrique maximal et par tétrazol pentylène-induit. Ils ont constaté une activité anticonvulsive significative dans les deux modèles, l'extrait alcoolique de feuilles enregistrant l'activité la plus élevée. Ils ont également prédit que la présence d'alcaloïdes, de flavonoïdes et de saponines dans ces extraits pourrait être responsable de cette activité.

8. Activités anti-tumorales

L'activité antitumorale des extraits d'hexane de *P. amboinicus* a été rapportée(**Gurgel et al.,2009**). Les résultats ont montré une inhibition significative de la croissance de la tumeur Sarcome-180 chez les souris traitées avec les extraits d'hexane de *P. amboinicus*. Une dose de 350 mg/kg d'extraits d'hexane de *P. amboinicus* a réduit de manière significative la croissance de la tumeur S-180 avec une inhibition de 66 %, tandis que les doses de 100, 150 et 250 mg/kg ont réduit l'inhibition à 44 %, 45 % et 47 %, respectivement. Il n'y avait pas de différences significatives de poids corporel avant et après les traitements. Ceci était comparable au metrotexat, un médicament anticancéreux qui peut entraîner des effets secondaires très graves et potentiellement mortels mais réduit de 100 % la croissance tumorale. Néanmoins, les extraits d'hexane de *P. amboinicus* étant d'origine végétale, la gravité des effets secondaires peut être réduite tout en détruisant la croissance tumorale. L'extrait éthanolique de *P. amboinicus* a montré une activité anticancéreuse significative en induisant l'apoptose dans la lignée cellulaire A549 (cancer du poumon humain) (**Ramalakshmi et al.,2014**).

9. Activités anti diabétique

Viswanathaswamy et al,(2011)ont étudié les effets anti-diabétiques et antihyperglycémiant de l'extrait éthanolique de *Plectranthus amboinicus* sur des rats normaux et des rats diabétiques induits par l'alloxane. Le diabète a été induit chez les rats Wistar par une administration intrapéritonéale unique de monohydrate d'alloxane (150 mg/kg). Les rats normaux ainsi que les rats diabétiques ont été répartis en groupes, et les concentrations urinaires d'ions tels que Na, K et Cl ainsi que le volume urinaire ont été mesurés. Ainsi, il peut être conclu à partir de cette étude que les feuilles de *Plectranthus amboinicus* ont une activité diurétique (**Manjamalai et Grace.,2013;Aragao et al.,2006**)

10. Les maladies buccales

telles que les caries et les maladies parodontales, préoccupent particulièrement la santé publique, affectant une grande partie de la population. Le *P. amboinicus*, riche en carvacrol, a démontré un effet antagoniste lorsqu'il est utilisé en bain de bouche pour prévenir la croissance bactérienne dans la cavité buccale(**Santos et al.,2015**). Cela pourrait constituer un traitement alternatif potentiel pour les maladies liées aux cavités buccales.

11. Le potentiel larvicide

Les moustiques ont la capacité de transporter et de transmettre des maladies humaines et animales à travers les pays, causant des centaines de millions de cas cliniques et des millions

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

de décès chaque année. **Senthilkumar et Venkatesalu,(2010)** ont rapporté l'utilisation possible de l'huile essentielle de *P. amboinicus* comme une ressource écologique peu coûteuse pour inhiber la population de moustiques vecteurs du paludisme. Les valeurs de la CL50 de l'huile se sont révélées être de 33,5 et 28,3 ppm après 12 et 24 heures, respectivement. De même, **Lima et al,(2011)** ont rapporté une activité larvicide (valeur de la CL50 : $58,9 \pm 0,4$ µg/mL) de l'huile essentielle de *P. amboinicus* contre le moustique (*Aedes aegypti*) qui est un vecteur principal de la dengue, de la fièvre jaune et de la fièvre hémorragique de la dengue. Dans une autre étude, l'huile essentielle de *P. amboinicus* a montré son efficacité en tant qu'agent larvicide contre le moustique *Anopheles gambiae* après 48 heures (**Verma et al.,2012**). Dans une étude menée par **Baranitharan et al,(2014)** l'activité larvicide la plus élevée contre *Aedes aegypti*, *Anopheles stephensi* et *Culex quinquefasciatus* a été trouvée dans les extraits de feuilles d'acétate d'éthyle de *P. amboinicus*. Plus récemment, **Jayaraman et al,(2015)** ont rapporté le potentiel larvicide de différents extraits de solvants des feuilles de *P. amboinicus* contre *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* et *Anopheles stephensi*. Les nanoparticules d'oxyde de zinc de *P. amboinicus* (Pam-ZnO NPs) ont montré une mortalité de 100% des larves de quatrième stade de moustiques *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* et *Culex tritaeniorhynchus* à la concentration de 8 et 10 g/mL. Les études histopathologiques des larves de *A. stephensi* et de *C. quinquefasciatus* traitées avec Pam-ZnO NPs ont révélé la présence de cellules et de tissus endommagés dans le tube digestif moyen. Les tissus endommagés ont subi des changements majeurs, notamment la rupture et la désintégration de la couche épithéliale et la vacuolisation cellulaire (**Vijayakumar et al.,2015**). Ce contrôle biologique pourrait être lent, mais constitue une alternative économique et inoffensive à long terme pour l'écosystème.

12. Activité contre les troubles cardiovasculaires

P. amboinicus est également utilisé dans les Caraïbes pour traiter l'insuffisance cardiaque congestive (**Morton,1992**). Les extraits aqueux des feuilles fraîches de *P. amboinicus* ont montré une activité inotrope positive dose-dépendante sur le cœur isolé de grenouille sans affecter la fréquence cardiaque (**Hole et al.,2009**). Cela pourrait être attribué à l'augmentation de l'entrée de sodium, entraînant ainsi une plus grande disponibilité intracellulaire de calcium. Ce rapport décrit également la bioactivité des extraits de *P. amboinicus* cultivés en tissu par rapport à la plante mère. Les deux extraits, issus de cultures en tissu et de la plante mère, ont produit un effet significatif comparable, indiquant qu'ils peuvent tous deux être utilisés comme source de production biochimique.

13. Activité contre les maladies génito-urinaires

Les feuilles de *P. amboinicus* sont fréquemment utilisées dans le traitement des maladies urinaires en Amazonie et en Inde (**Ruiz et al.,1996;Yoganarasimhan,2000**). Cette espèce est également réputée pour soulager les problèmes rénaux, traiter les pertes vaginales et est consommée en boisson après l'accouchement (**Morton,1992**). L'urolithiase est une condition où des concrétions pierreuses se forment dans la vessie ou les voies urinaires. De nombreux remèdes ont été utilisés lors du traitement des calculs urinaires. Le jus de *P. amboinicus* a été utilisé comme remède naturel pour diluer les cristaux dans les voies urinaires en Inde depuis

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

l'Antiquité(Orient longman.,1995).L'activité antilithiotique du jus frais concentré des feuilles de *P. amboinicus* est prouvée par Jose et al,(2005) ladite étude sur l'analyse d'urine a révélé une réduction significative du calcium, des oxalates et du taux de protéines totales par rapport au témoin. De plus, les résultats histopathologiques ont montré une absence de cristaux et des tubules de taille normale avec un seul revêtement épithélial. Il a suggéré que cette activité antilithiotique pourrait être associée à l'origine du calcium oxalate. Les propriétés diurétiques des extraits éthanoliques et aqueux de *P. amboinicus* ont été évaluées en déterminant le volume d'urine et la concentration en électrolytes chez des rats albinos mâles. Le furosémide (10 mg/kg) a été utilisé comme standard, tandis que du sérum physiologique (0,9 %) a été utilisé comme témoin. Les deux extraits éthanoliques et aqueux (500 mg/kg) ont montré une augmentation significative du volume d'urine et de la concentration urinaire en ions Na, K et Cl et étaient comparables au furosémide. Cette étude conclut que les feuilles de *P. amboinicus* possèdent des activités diurétiques.(Patel et al.,2010)

14. Activité antinéoplasique

Activité anticancéreuse de l'huile essentielle de *P. Amboinicus* sur la lignée cellulaire de mélanome B16F-10 injectée des souris C57BL / 6, et il a été traité simultanément à l'huile essentielle de *P. amboinicus* (50 µg/dose) par voie intraveineuse pendant 21 jours. Le présent enquête a révélé la puissante chimiothérapeutique / chimiopréventif de l'huile essentielle de *P. amboinicus* sur des métastases pulmonaires développé. À notre connaissance, c'est le premier rapport à évaluer l'effet de huile l'essentiel de *P. amboinicus* utilisant un modèle de cancer du poumon (Koti et al.,2011;Patel et al.,2010;Brandao et al.,2013)

15. Activité anxiolytique

Effets anxiolytiques de l'extrait alcoolique de *P. amboinicus* chez la souris a été réalisée en utilisant le plus élevé modèle de labyrinthe, modèle clair-foncé et test de planche à trous. L'extrait administré par voie orale dans 3 différentes des doses de 250, 500 et 750 mg / kg ont pu augmenter le temps passé et le nombre d'entrées arm dans le bras ouverts du labyrinthe surélevé plus et aussi pour augmenter le temps passé par les souris dans l'illuminé côté du test clair-obscur; une dose de 500 et 750 mg/kg a montré une augmentation plus significative du picotement du nez et diminuer la locomotion dans le test de la planche à trous, en comparaison avec des animaux témoins. Cet effet était comparable à celle du diazépam (1,0 mg / kg p. o.). Ces les résultats indiquent que l'extrait alcoolique de *Plectranthus amboinicus* est un agent anxiolytique efficace.(Archana,2013)

16. Troubles respiratoires

L'infusion de feuilles de *Coleus aromaticus* ou sirop aromatique est trouvé très efficace contre la toux. Les détails à ce sujet ne sont pas expliqués, et seulement dans le Médecine zouloue, son utilisation est rapportée. Pour aromatiser les aliments, les feuilles de la plante sont utilisées. De plus, cette espèce est utilisé chez les bovins (Sreedharren et al.,2010) dans le traitement des maux de gorge, nez bouché, congestion, sinus douloureux,etc. Après la mastication, les feuilles soulagent car elles contiennent ces types de composés chimiques qui

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

agissent aussi bien expectorant et élimine les mucosités et le mucus, ce qui aide à dégager les sinus. Il empêche également le développement de bactéries et d'autres agents pathogènes, ce qui contribue à augmenter l'immunité (Ashwini et Girish.,2014; Sreedharren *et al.*,2010; Arumugam *et al.*,2016).

17. Activité antiurolithiatique

Il existe un extrait aqueux des feuilles de *C. Aromaticus* qui est utilisé pour la détermination de l'anti-activité urolithiatique sur les calculs calciques chez le rat mâle. L'extrait préparé à partir d'eau de *C. Aromaticus* est avéré efficace pour diminuer l'accumulation de oxalate de calcium. Ces résultats démontrent que le *C. Aromaticus* est efficace dans le traitement de calculs d'oxalate de calcium dans les reins et les voies urinaires tract. L'étude a révélé qu'il existe un niveau élevé des cristaux d'oxalate de calcium dans le rein et aussi taux élevés de lipides dans le sérum sanguin. Cela montre que lorsque l'extrait hydroalcoolique des feuilles de *Plectranthusamboinicus* ont été administrées, cela aide à diminuer le niveau de cholestérol et aussi d'autres lipides tels que triglycérides chez les rats urolithiatiques (Rice *et al.*,2011 ;Chiu *et al.*,2012).

18. Activité analgésique

Lors de l'évaluation de la capacité de *P. amboinicus* en tant qu'analgésique sur deux modèles animaux utilisant l'injection intrapéritonéale d'acide acétique qui provoque une augmentation dans les prostaglandines du liquide abdominal, telles que la PGE2, PGF2, sérotonine et histamine, une étude a révélé que *Plectranthus amboinicus* réduit les crampes causées par l'acide acétique chez le rat et aussi la réponse à la douleur mais douleur non neurogène (phase) causée par injection- intraplan de goudron de formol. De tels résultats suggèrent que *P. amboinicus* présente une activité analgésique efficace (Shamsul et Zahrah.,2019). Le *P.amboinicus* exerce des effets analgésiques et également un effet anti-inflammatoire qui est associé avec l'inhibition de l'expression d'iNOS et de NF-b COX-2 en les inactivant, et c'est le possible raison de l'utilisation de cette plante comme agent anti-inflammatoire conservateur (Punet *et al.*,2020)

19. Polyarthrite rhumatoïde

Plectranthus amboinicus peut présenter des activités de différents liens de l'indométacine qui agit sur l'enzyme cyclooxygénase. Selon l'observation précédente, la prednisolone est le seul médicament qui efficacement diminue la production de cytokines et fournit protection maximale en cas de problèmes articulaires. l'activité de *Plectranthusamboinicus* contre la polyarthrite rhumatoïde est basé sur les différents mécanismes des non stéroïdiens des médicaments anti-inflammatoires. *Plectranthus amboinicus* les unités de soins intensifs peuvent améliorer la guérison et l'utilisation des AINS est réduit, de sorte que les effets secondaires produits sont également moindres. Les ingrédients doivent être identifiés. Informations qui est inédit dit que lorsqu'il est administré à une dose de 5000 mg / kg une fois, il ne produit pas de toxicité. Nous peut dire que la plante peut être développée comme une maladie médicaments modificateurs contre la polyarthrite rhumatoïde (Punet *et al.*,2020 ;Bhatt *et al.*,2013).

20. Activité d'agrégation antiplaquettaire

L'extrait de tige de *P. amboinicus* a été évalué pour la détermination de l'activité contre l'agrégation plaquettaire en utilisant différentes concentrations (50-250 g/ml, plasma riche en plaquettes) et adénosine triphosphate est l'agoniste utilisé pour cette étude; après l'étude, les résultats ont indiqué que la capacité des plaquettes à l'agrégat dépend du dosage, ce qui signifie qu'il est plus élevé est la concentration, plus la capacité est élevée. Nous savons que les plaquettes jouent un rôle important dans le sang et a également un rôle important dans la maladie cardiovasculaire. L'activité des plaquettes peut affecter la maladie profession et aussi la stabilité de l'athérosclérose, donc les agents antithrombotiques naturels qui sont utiles pour améliorer la fonction plaquettaire sont d'un grand intérêt ces jours-ci, qui peuvent montrer leur effet dans amélioration de la fonction plaquettaire et également utile en pré-évacuation des maladies cardiovasculaires(Norazsida *et al.*,2017; Manmekalai *et al.*,2016).

21. Efficacité de l'antibiofilm

L'extrait de méthanol et d'acétate d'éthyle de *P. Amboinicus* les unités de soins intensifs ont montré une inhibition dose-dépendante sur pyrogènes filmogènes qui sont inflammatoires conditions telles que la pharyngite. Des deux extraits, l'extrait méthanolique donne de bons résultats contre le test agent pathogène à concentration minimale. L'extrait pré-épuré de méthanol contient divers phytochimiques qui ont des effets sur le biofilm formé par l'agent pathogène. On peut aussi dire que c'est la première plante qui montre une activité contre les *S. pyrogènes* qui sont présent dans les voies respiratoires supérieures (Chang *et al.*,2010).

22. Effets contre les morsures d'animaux et d'insectes

Les feuilles de *P. amboinicus* sont également utilisées en cataplasme pour les morsures de mille-pattes et de scorpion dans les régions asiatiques, y compris en Malaisie(Jain et Lata.,1996).Il est rapporté que des extraits aqueux (0,706 mg/mL et 0,406 mg/mL) de *P.amboinicus* sont efficaces à plus de 70 % lorsqu'ils sont testés contre la lyse des cellules de fibroblastes(Uawonggul *et al.*,2006).Cela implique que les extraits aqueux ont tendance à être des antidotes au venin de scorpion (*Heterometrus laoticus*). Cependant, le même article a également signalé que sa cytotoxicité est discutable.

23. Activités de cicatrisation des plaies

Peu d'études ont examiné la capacité de *P. amboinicus* à réduire la glycémie. Il a été prouvé que certains des composés phytochimiques présents dans *P. amboinicus* se sont avérés jouer un rôle important dans les mécanismes de réduction de la glycémie. Cette plante a la capacité de prévenir ou de réduire le risque d'infection et ses complications chez les diabétiques risque d'infection et de ses complications chez les patients diabétiques (Warriner et Burrell.,2005).L'application d'une pâte préparée à partir de *P. amboinicus* a permis d'améliorer la capacité de cicatrisation des plaies par stimulation immunitaire chez des souris géants malades (Sunitha *et al.*,2010). De même, il a été démontré que la pâte dérivée des feuilles et des racines de *P. amboinicus* (10 %) présentait une épithélialisation complète sur la plaie d'excision chez les rats albinos après 12 jours d'application (Jain *et al.*,2012).L'utilisation d'une suspension polyherbale préparée à partir de feuilles et de

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

racines et de *Punica granatum* s'est avérée présenter des propriétés de cicatrisation des plaies chez des souris de laboratoire (**Soni et al.,2011**). En outre, l'extrait éthanolique de *P. Amboinicus* réduit la surface de la plaie de 76,6 % chez des souris diabétiques induites par le glutamate monosodique. Il a été observé que l'extrait de la plante favorisait la cicatrisation des plaies. Il a été observé que l'extrait de la plante favorisait la cicatrisation des plaies en augmentant le collagène et en réduisant la période d'épithélialisation de la plaie (**Muniandy et al.,2014**).

24. Activité lactogène

En Indonésie, *P. Amboinicus* est utilisé comme aliment traditionnel dans la soupe pour stimuler la lactation pendant les quelques mois qui suivent l'accouchement. Les deux à trois premiers mois environ après l'accouchement. Les feuilles sont communément consommées par les mères qui ont accouché dans le nord de Sumatra, en particulier dans la tribu Batak. Les feuilles de cette plante sont censées augmenter la production de lait maternel en raison de leur forte teneur en nutriments, notamment en fer et en carotène. La consommation de feuilles augmente de manière significative les minéraux tels que le fer, le potassium, le zinc et le magnésium dans le lait, améliorant ainsi la santé du nourrisson. Dans le lait, améliorant ainsi le poids et la santé du nourrisson de manière globale (**Silitonga et al.,2015**).

25. Les soins de la peau

Les utilisations les plus populaires de *Plectranthus amboinicus* sont dans le traitement de la peau. En cas de piqûres et piqûres d'insectes à d'autres maladies de la peau, telles que le psoriasis et l'eczéma, *Plectranthus amboinicus* montre les composés anti-inflammatoires capables de réduction de l'enflure et des rougeurs en très peu de temps. Pour éliminer les irritations et les démangeaisons, cette plante est très utile (**Vera et al.,1993**).

26. Activité contre d'autres maladies

P. amboinicus est une plante importante en Asie et en Amérique du Sud pour le traitement des maladies infectieuses telles que les fièvres (**Morton et al.,1992;Harsha et al.,2002**), le choléra et la méningite (**Neuwinger,2000**). Elle est également utilisée pour traiter les troubles sensoriels associés à des problèmes d'oreilles et des yeux. Par exemple, l'huile de graines de *P. Amboinicus* est un traitement de l'otite aiguë œdémateuse en Polynésie (**Zepernick,1972**), tandis qu'en Inde, ses feuilles sont frottées dans les yeux pour soulager la conjonctivite. (**Morton et al.,1992**)

27. Autres utilisations

Les feuilles de *Plectranthus amboinicus* sont utilisées dans la lessive, et ils sont également utilisés pour parfumer les cheveux lorsqu'ils sont frais. Les feuilles sont également frottées sur les cheveux et le corps après le bain. Ils peuvent également être frottés sur le corps pour protéger des insectes. Les feuilles et les tiges contiennent l'huile essentielle de tain qui sont employées dans la crème pour la peau et utilisées commercialement pour préparer des cosmétiques. (**Poppy et al.,2017;Ruan et al.,2019**)

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

28. Effets indésirable

Aucun effet indésirable n'est connu après l'utilisation de *P. Amboinicus*. Certaines personnes souffrent de sensations de brûlure de la langue et de l'œsophage après l'ingestion de jus de la feuille (Hsu et Ho.,2019;Itza Ortiz,2019)

29. Usages culinaires

Plectranthus amboinicus est appelé bourrache indienne en Inde à cause de sa saveur. Il est utilisé pour donner de la saveur aux plats de poisson au curry et d'agneau car sa saveur est similaire à celle l'origan, du thym ou des épices ajowan , cumin. Il est également modifiable avec ces herbes. Dans l'Antilles, cette herbe est utilisée avec certains assaisonnements de jerk après séchage; à Cuba, il est utilisé avec du haricots noir et salsa; et au Japon, les feuilles de la plante sont cuites et préparés comme des épinards (Yu et al.,2019;Arumugam et al.,2019)

Partie experimentale :

Matériel et méthodes

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

1. l'objectif de l'étude

Nous avons mené cette étude au niveau du laboratoires Sciences Technique au sein de l'Université de Khemis Meliana à Ain Defla du mois de Février jusqu'au mois d' Avril 2024. L'objectif de notre travail est d'évaluer l'effet biologique de l'extrait éthanolique des feuilles de *Plectranthus amboinicus* par la détermination de l'activité antioxydante par deux méthodes DPPH (le piégé du radical libre) et FRAP (Ferric Reducing Antioxydant Power) et l'activité anti-inflammatoire *in vitro*.

2. Matériel végétale et identification

Les feuilles du *P.Amboinicus* ont été fraîchement récoltés au mois de février 2024 dans la région de Boufarik. la wilaya de Blida.

L'identification botanique a été faite sur la base d'un spécimen d'herbier au Département des sciences Agronomiques (Faculté des Sciences de la vie et de la nature de l'Université Djilali Bounaama) par Mr Karahcen

Le matériel végétal a été nettoyé de la poudrière, puis séché dans une étuve de laboratoire pendant 7 jours. les feuilles séchées ont été conservé dans des sachets à température ambiante après réduite en poudre puis utilisé pour l'extraction.

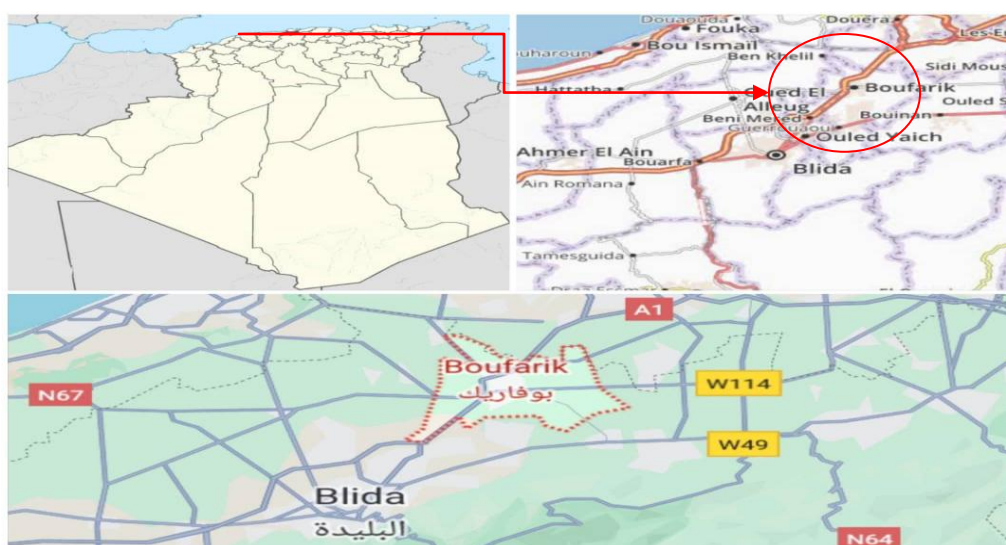


Figure4 :Localisation de la zone d'étude (Google maps.,2024)

3. Préparation des extraits éthanolique

3.1. Séchage des feuilles : 800 g de feuilles fraîches de *Plectranthus amboinicus* ont été nettoyées, déposées sur un papier parchemin et séchées dans une étuve de laboratoire équipée d'une ampoule de (40W) pendant 7jours. Après le séchage, elles ont été broyées a l'aide d'une broyeur jusqu'à l'obtention d'une poudre.

3.2. Macération

Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par(Hamia *et al.*,2014)avec quelques modifications.

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

- Peser la matière végétal (25.8 gramme) ;(10g poudre=100ml éthanol)
- Mettre la matière végétale dans un erlenmeyer avec 258 ml d'éthanol ;
- Recouvre le mélange par un papier d'aluminium ;
- Mettre sur l'agitateur et laisser en macération pendant 5jrs ;ensuite filtrer sur un papier filtre Wattman (n°1) ;
- Récupérer le filtrat dans un flacon ;
- Répéter la procédure 3 fois sous vide a l'aide du papier.

3.3. Évaporation :

La solution obtenue ont été évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif, ou rotavapor qui permet a éliminé le solvant sous vide. Le protocole d'évaporation est le suivant : **(Ould amar,2013)**

- Placer la solution dans le ballon d'évaporation ;
- Procéder à l'évaporation jusqu'à disparition complète du solvant (T: 80°C)
- Retirer le ballon du rotavapor et attendre qu'il soit froid ;
- Peser le ballon afin de calculer le rendement d'extraction ;
- Laisser l'extrait sur réfrigérateur jusqu'à l'utilisation.

3.le rendement d'extraction

le rendement en pourcentage (%) est défini comme étant le rapport entre la masse d'extrait et celle de la plante sèche en poudre.il est calculé selon la formule suivate :**(Boucherit,2014)**

$$R (\%) = [M / M0] \times 100$$

- **R** : (%) : Rendement exprimé en %
- **M** : Masse en gramme de l'extrait brut
- **M0** : Masse en gramme de la poudre végétale utilisée (25.8g)

4. les analyses phyto-chimiquesde l'extrait de *P.amboinicus* :

Préparation de la solution mère

500µl de l'extrait éthanolique a été mélange avec 1ml d'éthanol

4. 1. Dosage des phénols totaux :

Principe :

Le dosage des polyphénols a été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu **(Singleton V.L et al.,1999)** Ce dosage est basé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par **(Singleton et Ross, 1965)** en y apportant quelques modifications brièvement

Mode opératoire

- Dans un tube à essais un volume de 200 µl de la solution mère a été ajouté, avec 100 ul de réactif Folin-Ciocalteu dilué 10 fois,

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

- Après une agitation de 3 min on ajoute un volume de 300 µl de Carbonate de sodium (Na_2CO_3 375mg/ml (7.5% dans l'eau distillée) puis ajouter 2 ml d'eau distillé
- Incuber le mélange réactionnel pendant 2h à température ambiante et à l'obscurité. Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions en utilisant l'acide gallique comme standard.
- Les résultats sont lus sur spectrophotomètre à 765 nm contre un blanc

4.2. Dosage des flavonoïdes

Principe

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode basée sur la formation d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes (**Lagnika,2005**)

Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par (**Zhishen et al.,1999**) et (**Kim et al., 2003**) , avec quelques modifications.

Mode opératoire

- Placer dans un tube a essai 500 µl de la solution mère préparé dans l'éthanol mélangé avec 1ml d'une solution éthanolique de chlorure d'aluminium (2%)
- Après incubation de 10 minutes à une température ambiante, on fait la lecture directement d'absorbance de chaque mélange obtenu à 430 nm par un spectrophotomètre contre un blanc. Une solution de quercétine a été préparée, permet de tracer la courbe d'étalonnage.

4. 3. Dosage des tanins condensés(les catéchines)

Principe

Nous avons adopté la méthode à la vanilline avec l'HCl. Cette méthode dépend de la réaction de la vanilline avec le groupement flavonoïde terminal des tanins condensés et la formation de complexes rouges (**Makkar,2000 ; Schofield et al.,2001**) cela s'explique par la propriété des tanins à se transformer en anthocyanidols de couleur rouge par réaction avec la vanilline (**Sun et al.,1998**). La teneur en tanins condensés a été déterminée par la méthode de vanilline décrite par (**Julkunen-Titto.1985**)

Mode opératoire:

- Placer dans un tube a essai 400 µl de la solution mère a été ajouté avec 3ml d'une solution éthanolique à 4% de vanilline, après on a ajouté 1500µl d'acide chlorhydrique concentré HCL
- Incuber pendant 20 minutes à température ambiante
- La lecture est faite à 500 nm par un spectrophotométrie contre un blanc. Une solution de la catéchine a été préparée, permet de tracer la courbe d'étalonnage.

5. Évaluation de l'activité antioxydant

5.1. Méthode de réduction du Fer : FRAP

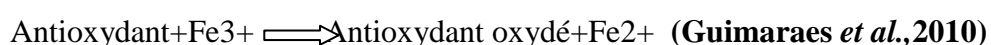
Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

Principe

Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir anti-oxydant, le principe de ce test est basé sur la réaction de réduction de Fe³⁺ (fer ferrique), présent dans le complexe K₃Fe(CN)₆ en sa forme réduite Fe²⁺ (fer ferreux), l'activité réductrice a été déterminée selon la méthode d'Oyaizu, 1986 modifiée (Oktay *et al.*, 2003)

La capacité de l'agent antioxydant peut être évaluée par une spectrophotométrie à 700 nm. L'augmentation de l'absorbance indique une augmentation de capacité réductrice (Miguel, 2010)

La chimie des analyses à base de fer peut être résumée avec l'équation de réaction suivante :



Mode opératoire

- Mélanger 1ml de l'échantillon avec (1ml) d'une solution tampon phosphate à 0.2M (pH=6.6)
- Après incubation à 50°C pendant 20 min, ensuite on a ajouté (1ml) d'acide trichloracétique (TCA) à 10%
- Après centrifugation à 3000 rpm pendant 10 min, on a additionné un volume de et (1ml) d'eau distillée et (1ml) d'une solution de chlorure de fer (FeCl₃) à 0.1%. et finalement on fait la lecture des absorbances contre le blanc à 700 nm.
- L'acide ascorbique et le BHT sont utilisés comme contrôles positifs dans cette expérience aux mêmes concentrations choisies et dans les mêmes conditions expérimentales.

5.2. Évaluation de l'activité antioxydant par le test DPPH

Principe

Le test est basé sur le protocole de (Brand-W *et al.*, 1995) en y apportant une solution de DPPH à 60 µM est préparée à l'avance car la solubilisation est difficile.

Préparation de solution de DPPH

Une masse de 1,65 mg de DPPH (2, 2-Diphényl-1-picrylhydrazyl), de formule brute (C₁₈H₁₂N₅O₆) et de masse molaire 394,33 g/mol, est solubilisée dans 70 ml d'éthanol sous agitation pendant une heure à l'obscurité, et à température de 4 °C.

Préparation de la solution mère

500 µl de l'extrait aqueux a été mélangé avec 1ml d'éthanol

Mode opératoire

- Solubiliser 0.004g de DPPH d'un 100 ml d'éthanol. Dans des tubes, préparer les solutions de concentrations différentes de (20,40,60,80,100,200,250,300µl/ml) pour 300 µl de solution mère
- Mettre dans chaque tube 1ml de la solution de DPPH préparée
- Agiter puis incubé pendant 30 min à température ambiante

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

- La lecture des absorbances sont à 517 nm
- Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard ; l'acide ascorbique dont l'absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons. l'activité anti-oxydante est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH (% PI) suivant l'équation suivante :

$$PI\% = [(A_{\text{contrôle négatif}} - A_{\text{échantillon}}) / A_{\text{contrôle négatif}}] \times 100$$

Avec :

A_{contrôle négatif} : correspond à l'absorbance du DPPH après le temps de la réaction.

A_{échantillon} : correspond à l'absorbance de l'échantillon avec DPPH après le temps

L'activité antioxydante est exprimée ensuite par la détermination d'IC₅₀, sachant que l'IC₅₀ est la concentration d'extrait nécessaire pour l'obtention de 50% de la forme réduite du radical DPPH.

Préparation des standards (vitamine c) acide ascorbique (Laboratoire ST)

- Peser 300 mg du l'acide ascorbique (p%=99 ou 100%) dans un tube à essai contenant 10 ml d'éthanol.
- Dans les tubes préparer : des solutions de concentration (20, 40, 60, 80, 100, 200,300 µl/ml) de l'acide ascorbique diluée.
- Mettre dans chaque tube 1ml de DPPH (la solution préparée).
- Incuber pendant 30 min à température ambiante.
- faire la lecture des absorbances à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

6. Évaluation de l'activité anti-inflammatoire

Principe :

Le model de la dénaturation de BSA a été choisi dans cette étude ;

Le principe de cette technique est basée sur la capacité de ces extraits à rédiure la dénaturation thermique de BSA (proteine de référence choisi pour sa stabilité lors de processus anti-inflammatoire)

L'évaluation de l'activité anti inflammatoire a été réalisée selon le protocole de (**Chandra et al.,2012**) avec quelque modification les différentes étapes sont résumées comme suite :

Mode opératoire :

- Un volume de 1 ml d'une solution de BSA à (2%) ,préparé dans l'eau distillé est ajouté a 1ml de solution d'extrait à différentes concentrations ;
- Le contrôle est préparé en remplaçant l'extrait par l'eau distillé ;
- De l'aspirine et déclofénac ont été utilisés comme standard ;

Chapitre II: Les activités Biologique de *P. Amboinicus*

- Les tubes ont été incubés à 72°C pendant 5min ;

- La lecture est faite à 660nm .

Des pourcentages d'inhibition de la dénaturation ont été calculés selon la formule suivante
(Bouhlali et al.,2016)

$$(PI)\%=(Abs\ C - Abs\ T) / Abs\ C) \times 100$$

Résultats
Et
Discussion

Résultats Et Discussion

1. Rendement d'extraction

L'extraction de la partie aérienne de *Plectranthusamboinicus* par macération dans l'éthanol 96% a permis d'obtenir extrait de couleur vert foncé qui est conservé au frais dans des flacons ombrés jusqu'à leur utilisation.

Tableau 2 : Rendement d'extraction

Caractéristiques	Couleur	Aspect	Rendement %
L'extrait de plante	Vert foncé	liquide	19.70%

2. Quantification des composés phénoliques

2.1. Le dosage des polyphénols totaux

Nous avons utilisé la méthode colorimétrique en utilisant le réactif de Follin-Ciocalteu pour le dosage des polyphénols. La teneur en polyphénols est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage de l'acide gallique $\mu\text{g/mL}$, ($y=0,001x - 0,0301$) et un coefficient de détermination $R^2 = 0,9999$) comme indiqué ci-dessous :

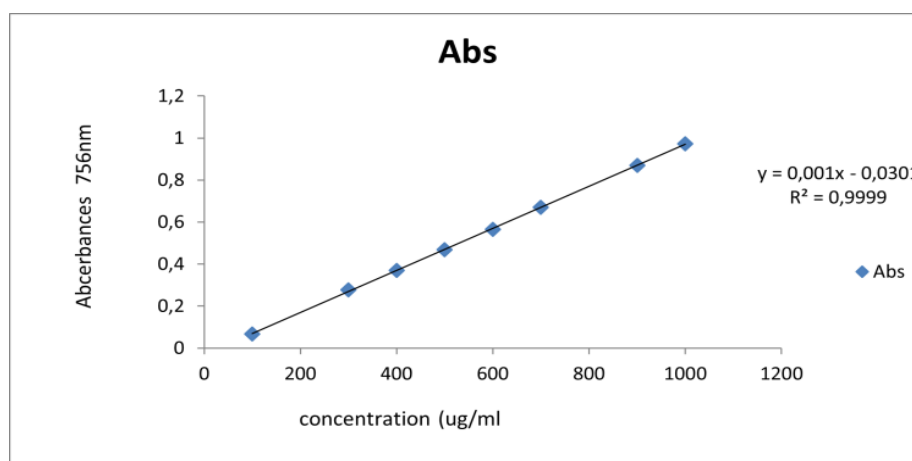


Figure 5: courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Notre étude a montré que la teneur en polyphénols dans l'extrait éthanolique des feuilles de *P.amboinicus* est de (2.823 $\mu\text{g/g}$)

Cet résultat est en accord avec celui obtenu par (khanum *et al.*, 2011) dans l'extrait éthanolique. Par contre Bhatt *et al* (2013) ont enregistré un taux élevé en polyphénols de (49,9 mg (EAG)/g) dans l'extrait méthanolique des tiges de plante, et ont conclu que l'extrait méthanolique des tiges a montré la plus haute teneur en phénolique totale.

Par l'autre, Arumugam *et al* (2016) ont signalé la teneur totale en composés phénoliques était plus élevée dans l'extrait d'acétate ethyl de tige (9,6 mg/g) par rapport aux extraits de feuilles (8,4 mg/g) et aux extraits de racines (5,4 mg/g).

Résultats Et Discussion

La variabilité des teneurs en polyphénols est probablement due à la composition phénolique de l'extrait, aux conditions biotiques telles que l'espèce, la plante hôte, l'organe ou l'état physiologique et aux conditions abiotiques (saison, climat et température) (Mounira, 2015)

les composés polyphénoliques sont abondants dans les feuilles la teneur élevée en polyphénols est liée à la solubilité élevée des phénols dans les solvants polaires (Ghedadba *et al.*, 2014). Le métabolite secondaire peut changer pendant le développement de la plante ; aussi aux conditions climatiques dures (la température élevée, exposition solaire, sécheresse, salinité), qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les polyphénols (Falleh *et al.*, 2008). En plus, la méthode de quantification peut également influencer l'estimation de la teneur des phénols totaux (Lee *et al.*, 2003).

2. 2. Dosage des flavonoïdes

Nous avons utilisé la méthode colorimétrique en utilisant le trichlorure d'aluminium (AlCl₃) pour le dosage des flavonoïdes. La teneur en flavonoïdes est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage de la quercétine µg/mL, ($y = 0,0383x - 0,0144$), et un coefficient de détermination $R^2 = 0,9979$), comme indiqué ci-dessous :

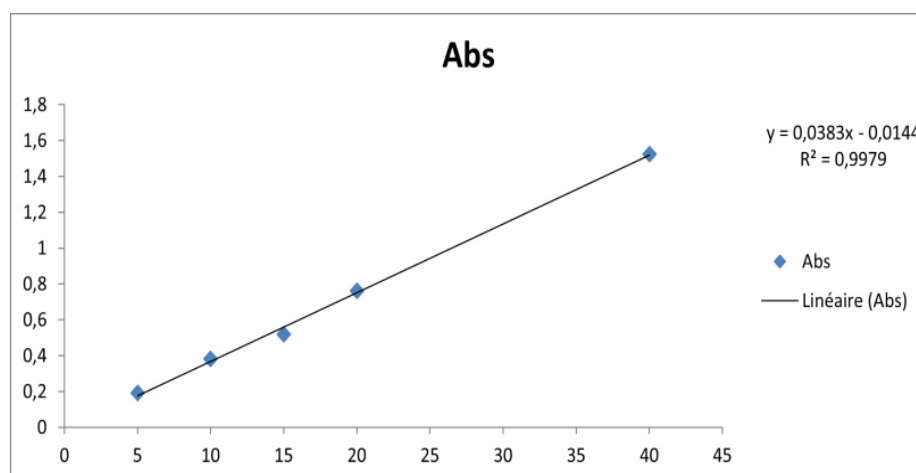


Figure 6: Courbe d'étalonnage de la quercétine

La teneur en flavonoïdes dans l'extrait éthanolique des feuilles de *P.amboinicus* est de (0.178 µg/g). Ce résultat ne correspond pas à celui de Bhatt *et al* (2013) qui ont analysé les phytochimiques présents dans les extraits de tiges méthanoliques de *P. amboinicus*. Leur étude a révélé l'existence d'une teneur en flavonoïdes (26,6 mg /g d'extrait). Notre résultat est en accord avec ceux obtenus par Khanum *et al* (2011) qui ont trouvé les mêmes résultats que nous.

Par l'autre, Norakmalazura (2023) a montré que l'extrait d'acétate d'éthyle présente une teneur plus élevée en flavonoïdes ($95,72 \pm 0,80$ mg QE/g), suivi du n-hexane ($56,65 \pm 0,85$ mg QE/g) et au méthanol ($9,84 \pm 0,69$ mg QE/g). L'acétate d'éthyle est le solvant généralement utilisé pour l'extraction des flavonoïdes moins polaires (Grigonis *et al.*, 2005)

Résultats Et Discussion

Par conséquent, la plupart des flavonoïdes présents dans les feuilles de *P.amboinicus* étaient de nature moins polaire ou semi-polaire (Thavamoney *et al.*,2018)

2.3. Teneur des tanins

Nous avons utilisé la méthode colorimétrique en utilisant la catéchine pour le dosage des tanins condensés . La teneur en tanins est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage de la catéchine $\mu\text{g/mL}$, ($y = 0,0036 x + 0,099$), et un coefficient de détermination $R^2 = 1$),comme indiqué ci-dessous :

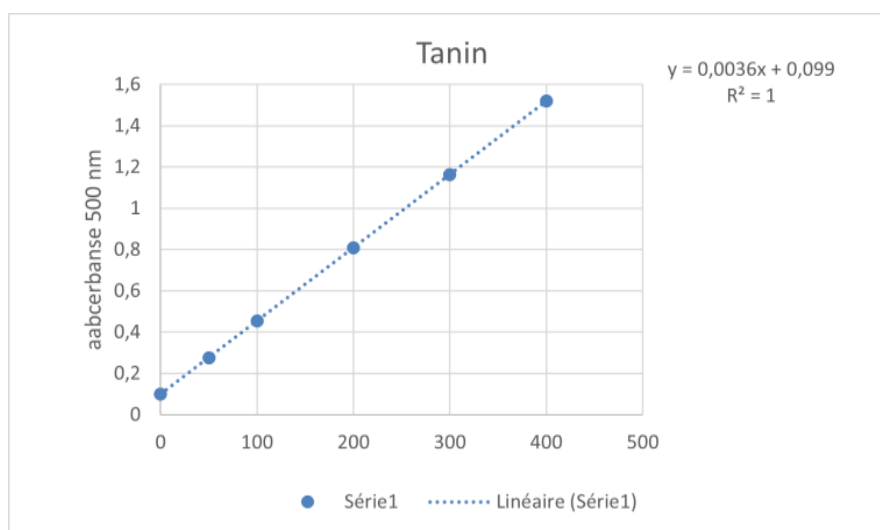


Figure 7: courbe d'étalonnage des tanins

Les résultats obtenus montrent une teneur de tanin condensé de (0,55 $\mu\text{g/g}$) dans l'extrait étudié, ce résultat est en accord avec ceux obtenus par **Bhatt et al (2013)** qui ont trouvé une faible existence de tanin (0,7 mg d'équivalent acide tannique (TAE)/g d'extrait méthanolique). Par contre, **Arumugam et al (2016)** ont révélé la teneur en tanins était plus élevée dans les extraits d'acétate ethyl de racines (126 $\mu\text{g/g}$), suivie des feuilles (90 $\mu\text{g/g}$) et des tiges (81 $\mu\text{g/g}$)

Une étude des rapports bibliographiques antérieurs a permis de constater que les quantités de composés phénoliques et flavonoïdes et tanins dans cette présente étude variaient légèrement par rapport à celles de l'extrait de feuilles d'autres régions, notamment l'Inde, le Vietnam, la Pologne et l'Égypte, ainsi que Selangor, en Malaisie (**Swamy et al.,2017 ;Wadekar et al.,2011 ;Bhatt et Negi,2012 ;Sulaiman et al.,2018 ;El-hawary et al.,2012**). Les valeurs différentes de ces composés peuvent être influencées par plusieurs facteurs tels que la variation géographique, la diversité génétique, les conditions environnementales et les conditions post-humaines, et les techniques post-récolte telles que le séchage, le stockage et les méthodes d'extraction et les solvants (**Aryal et al.,2019, Baltacioglu et al.,2021**).

Les polyphénols dérivés des plantes, y compris les flavonoïdes, possèdent plusieurs propriétés biologiques. et il est donc nécessaire d'évaluer leur présence dans différentes parties

Résultats Et Discussion

de plantes extraites dans différents solvants organiques (Swamy *et al.*, 2015 ; Apetrei *et al.*, 2011 ; Gonbad *et al.*, 2015).

3. Activité anti-oxydante *in vitro*

Un antioxydant est toute substance capable, à concentration relativement faible, d'entrer en compétition avec d'autres substrats oxydables et ainsi, retarder ou empêcher l'oxydation de ces substrats (Berger, 2006)

Il existe de nombreuses méthodes qui diffèrent sur le plan de leurs principes d'analyse et les conditions expérimentales et les antioxydants ont des contributions différentes au potentiel antioxydant totale (Wojdyło *et al.*, 2007). Pour cette raison l'utilisation de plusieurs tests antioxydants complémentaires est utile afin d'évaluer le potentiel antioxydant de l'extrait (Ksouri *et al.*, 2009)

Dans ce travail, nous avons utilisé deux méthodes pour évaluer l'activité antioxydante *in vitro* de la plante étudiée à savoir : DPPH, FRAP

3.1. Test de réduction de radical libre de DPPH

Test dpph a été largement utilisé pour évaluer l'efficacité de piégeage des radicaux libres de diverses substances antioxydantes (Knežević *et al.*, 2011)

Les résultats obtenus dans notre étude ont révélé que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration soit pour le standard (Acide ascorbique) ou pour l'extrait de plante étudiée

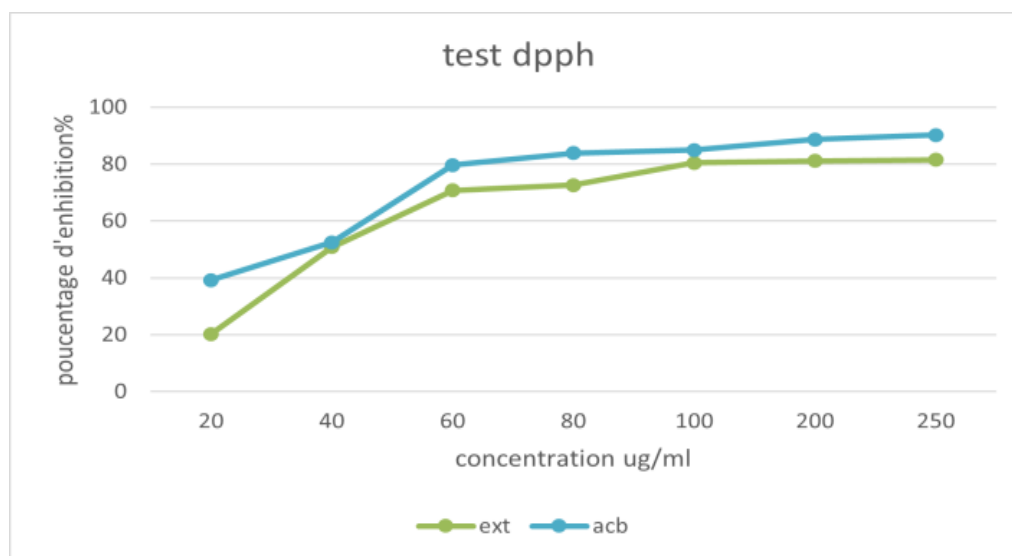


Figure 8 Pourcentages d'inhibition du radical DPPH• des antioxydants de références et de l'extrait testé

Nous avons remarqué que le pourcentage d'inhibition de l'extrait étudié est également inférieur aux pourcentages d'inhibition du standard utilisé dans l'analyse.

Résultats Et Discussion

La concentration inhibitrice IC50 est inversement proportionnelle à la capacité antioxydante d'un composé, elle exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50 %. Plus la valeur de la IC50 est petite, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande (Khoudali *et al.*, 2014).

Tableau 3: le pouvoir antioxydant (exprimé par IC50 (en µg /ml)) des antioxydants de références et de l'extrait testé DPPH

Les échantillons	IC50 (ug/ml)
Extrait	40,85
Acide ascorbique	29.37

On remarque que la IC50 de l'acide ascorbique (29,37 µg/ml), utilisé comme molécule de référence, est supérieure à IC50 de l'extrait testé (40,85 g/ml). Ces résultats sont conformes à ceux enregistrés par **nor akmalazura (2023)** qui ont trouvée un taux plus faible de l'extrait méthanolique (PI% = 57,10%, IC50 = 878,37 µg/mL) et l'acide ascorbique (IC50 = 29.87 µg/mL). Cependant, les deux extraits « éthanolique et méthanolique » ont montré un effet de piégeage plus faible par rapport à l'acide ascorbique.

la faible activité démontrée par les extraits de méthanol et d'éthanol peut être due à la faible capacité des composés de l'extrait à donner de l'hydrogène au radical libre DPPH. (Aaza *et al.*, 2011). Cette différence pourrait être due à des différences dans les conditions géographiques de croissance, comme l'ont indiqué précédemment (Swamy *et al.*, 2015).

3.2. Test de réduction de fer FRAP :

Les propriétés réductrices de l'extrait de *Plectranthus amboinicus* ont été évaluées en utilisant la méthode de FRAP. Elle est basée sur la capacité de l'extrait à réduire le fer ferrique Fe³⁺ en fer ferreux Fe²⁺ (figure 9)

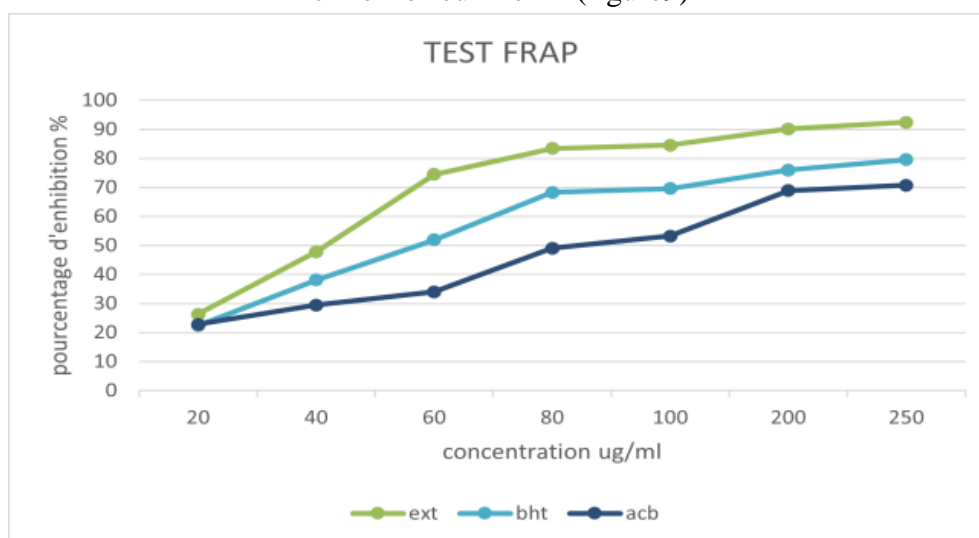


Figure 9: Pourcentages d'inhibition du radical FRAP des antioxydants de références et de l'extrait testé

Résultats Et Discussion

Nous avons remarqué également que les pourcentages d'inhibition de l'extrait étudié sont Plus élevés pourcentages d'inhibition des standards utilisés dans l'analyse

Tableau 4 :le pouvoir antioxydant (exprimé par IC50 (en µg /ml)) des antioxydants de références et de l'extrait testé FRAP

Les échantillons	IC50(ug/ml)
Extrait	36.61
BHT	51.93
Acide ascorbique	90.01

En se basant sur les valeurs calculées, les IC50 de la BHT (51.93µg /ml), de l'acide ascorbique (90.01µg /ml) ,utilisés comme molécules de références, sont largement inférieures à celles de l'extrait testé (36.61ug/ml). La IC50 est toujours inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé (Une valeur plus faible de l'IC50 indique une activité antioxydante plus élevée).

Donc, l'extrait de la plante étudié présente un très bon niveau d'activité antioxydante en particulier présente, une capacité réductrice la plus forte en comparant avec les antioxydants standards utilisés l'acide ascorbique et BHT. Nos résultats sont proches à ceux obtenus par Patel et al (2010), qui ont conclu que l'extrait éthanolique possède une activité antioxydante plus élevée (PI =68%). Selon Rai et al (2016), l'activité antioxydante efficace des feuilles de *P. amboinicus* a été observée lorsqu'elles étaient extraites avec le solvant éthanol.

Toutefois, il est difficile de comparer ces résultats avec ceux de la bibliographie car il n'y a pas beaucoup d'études qui donnent des résultats définitifs sur FRAP.

Le pouvoir réducteur d'extrait étudié est probablement dû à la présence de groupement hydroxyle dans les composés phénoliques qui peuvent servir comme donneurs d'électrons. Par conséquent, les antioxydants sont considérés comme des réducteurs et inactivateurs des oxydants (**Bougandoura et Bendimerad, 2012**).

Il a été prouvé que les composés phénoliques présents dans la plante (acides phénoliques, tanins et flavonoïdes) sont principalement responsables de l'effet scavenger des radicaux libres, qui semblent être indispensables compte tenu du rôle clé des radicaux libres dans l'origine et la pathogénèse des maladies dégénératives comme l'arthrite, le cancer ou la maladie d'Alzheimer, entre autres (**Sait et al., 2015 ; Adjadj et al., 2015**). Donc l'extrait qui présente une forte activité antioxydante possède une teneur élevée en polyphénols, car ils sont des donateurs efficaces d'hydrogène au radical DPPH, en raison de leur chimie structurale idéale, pour améliorer la stabilité des radicaux en formant une liaison intramoléculaire hydrogénique entre l'hydrogène libre et leur radicaux phénoxy (**Laincer et al., 2014**)

Cependant, l'activité antioxydante des plantes n'est pas attribuée seulement au facteur quantitatif, mais également à la qualité du contenu phénolique qui joue un rôle déterminant pour cette activité biologique (**Morelló et al., 2004**)

Résultats Et Discussion

Le potentiel supérieur de piégeage des radicaux des extraits de solvants végétaux peut être lié à la présence de divers antioxydants tels que les composés polyphénoliques (Apetrei *et al.*,2011 ;Naz et bano.,2013). Même si des rapports antérieurs ont indiqué que les extraits de feuilles de *P. amboinicus* possèdent des propriétés antioxydantes (Amurugam *et al.*,2016),De nombreuses molécules antioxydantes sont recensées dans plusieurs plantes médicinales et sont donc bénéfiques pour le traitement de plusieurs maladies humaines.(Gonbad *et al.*,2015).

Donc, les effets sont dus à la présence de polyphénols et peuvent être dus à l'activité synergique de plusieurs composés (Kuppusamy *et al.*,2015 ;Swamy *et al.*,2016). l'activité de piégeage des radicaux libres de différents extraits de solvants de plantes dépend principalement de l'existence de différents constituants chimiques bioactifs (Kuppusamy *et al.*,2015).Swamy et ses collaborateurs (2015) ont reporté une corrélation positive entre l'activité antioxydante de plante étudiée et la teneur en composés phénoliques. Ils ont suggéré que la zone de collecte a une grande influence sur ces composés ainsi que sur leur pouvoir antioxydant.

Le plus souvent, les méthodes DPPH et FRAP sont utilisées pour déterminer l'activité antioxydante (Mohanty *et al.*,2014)

4. Activité anti inflammatoire *in vitro*

L'étude de l'activité anti-inflammatoire *in vitro* d'extrait éthanolique, a été réalisée par la méthode d'inhibition de la dénaturation de l'albumine sérique bovine(BSA)

Tableau 5 : pourcentage d'inhibition du BSA de l'activité anti-inflammatoire de références et de l'extrait testé

Concentration	Diclofnac	Aspirine	Extrait
50	31.18	17.6	17.6
100	58.68	52.64	49.83
150	65.43	70.38	58.62
200	70.25	75.88	65.49
250	76.52	78.31	70.59
300	80.86	80.09	74.29
400	83.44	81.87	79.92

Le tableau présente la variation du pourcentage de protection vis-à-vis la dénaturation du BSA en fonction des différentes concentrations en extrait. Ces résultats sont comparés à ceux enregistrés par le diclofénac, et l'aspirine considérée comme molécules de référence.

Des solutions de différentes concentrations (50-400mg/ml) d'extrait et de références ont été utilisées dans ce test. D'après les résultats, il apparaît qu'il y a une relation entre l'augmentation de la concentration et le pourcentage d'inhibition de la dénaturation de BSA par le diclofenac, l'aspirine et par l'extrait de plante étudiée. Nos résultats montrent que le diclofenac a révélé une inhibition de la dénaturation du BSA nettement supérieure à celle l'aspirine et l'extrait. Nos résultats rejoignent ceux de Praven et Nivetha (2023), qui ont observé un taux d'inhibition modéré de l'extrait éthanolique (PI = 82,32%) par rapport à l'aspirine (PI = 88,07%) à la même concentration de 250 µg/ml.Cependant,

Résultats Et Discussion

l'extraitéthanolique a un pourcentage d'inhibition de la dénaturation du BSA plus considérable que le diclofénac et l'aspirine.

La capacité anti-inflammatoire de l'extrait a été déterminée à partir de l'IC50. Nous avons déterminé pour l'extrait, la concentration nécessaire pour réduire 50 % du BSA ou IC50. À partir des équations de régression logarithmique des graphes. Les valeurs sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 6 : le pouvoir anti-inflammatoire in vitro (exprimé par IC50 (en µg /ml)) d'un anti- inflammatoire de références et de extrait testé

Les échantillons	IC50 (En µg /ml)
Extrait <i>P.amboinicus</i>	109.9
Diclofenac	87.35
Aspirine	99.48

D'après les résultats du tableau, on constate que le pouvoir anti-inflammatoire exprimé par la IC50 de l'extrait *P.amboinicus* est largement appréciable mais inférieur que celui de diclofenac et l'aspirine. Les résultats obtenus pour cet extrait est comparable à ceux obtenus pour le diclofenac et aspirine, deux médicament anti- inflammatoire utilisés comme standard qui exercent un pourcentage d'inhibition a la même concentration .Toutefois, la IC50 obtenu pour le diclofénac reste largement inférieur à celle de l'extrait de plante. Nous constatons également que nos résultats ne sont pas cohérents avec ceux obtenus par dayana et ses collaborateurs,(2014)qu'ils ont montré que l'extrait hydro-alcoolique (98.286µg/ml) est plus actif que l'acétaminophène (228.879µg/ml),étant efficace à de plus faibles concentrations.

Cette différence dans les résultats peut avoir de nombreuses explications, notamment le type de solvant , la nature et la composition chimique de la plante, qui sont conditionnées par divers paramètres tels que la provenance géographique, les circonstances écologiques, le temps de récolte, le processus de séchage et la technique d'extraction.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

La recherche sur les plantes médicinales a démontré la richesse de la diversité floristique et la présence de composés bioactifs aux propriétés pharmacologiques intéressantes.

les résultats obtenus par l'étude des activités biologiques *in vitro* au cours de notre travail, on démontré que la plante est une source potentielle des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires naturelles.

Les résultats obtenus sont d'une grande importance. l'extrait de *P.amboinicus* a donné un rendement important de 19,70%.

L'extrait éthanoliques de feuilles de *P. amboinicus* ont fait l'objet d'une analyses quantitatives par spectrophotométrie pour déterminer leur teneur en polyphénols 2.82ug/g flavonoïdes 0.17ug/g et tanins 0.55ug/g . Dans l'extrait éthanolique, l'étude *in vitro* du pouvoir antioxydant, utilisant l'activité réductrice du radical DPPH et l'activité réductrice du fer par la méthode FRAP, a révélé que a de bonnes activités antioxydantes, en particulier pour FRAP une concentration d'inhibition médiane, et la (IC50) plus élevé 36,6 µg/ml a été enregistrée. une concentration d'inhibition médiane, et la (IC50) de DPPH moyen 40,85 µg/ml. Ces activités antioxydantes dépendent de la teneur en principes actifs. L'évaluation de L'effet anti-inflammatoire a été évalué par BSA. Les résultats ont montré que l'extrait éthanolique des feuilles de *P. amboinicus* a enregistré une concentration d'inhibition médiane 109,9µg/ml.

En conclusion, nous pouvons dire que les feuilles de *P. amboinicus* possèdent des molécules bioactives avec des propriétés thérapeutiques telles que des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires qui peuvent être utilisées en médecine traditionnelle.

Conclusion

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques:

- .Kim.D O.Chun, Y.Kim, H.Moon, C.Lee, "*Quantification of phenolics and their antioxidant capacity in fresh plums*" J. Agric. Food Chem.,**2003**, Vol. (51), page : 6509.
- Adjadj, M., Boumerfeg, S., Charef, N., Baghiani, A., Khenouf, S., Arrar, L., et Mubarak, M. (2015). Protective effect of *Paronychia argentea* L. on acetic acid induced ulcerative colitis in mice by regulating antioxidant parameters and inflammatory markers. *Der. Pharma. Chemica*, 8:207-218.
- Aguiar, J.J.S.; Sousa, C.P.B.; Araruna, M.K.A.; Silva, M.K.N.; Portelo, A.C.; Lopes, J.C.; Carvalho, V.R.A.;figueredo, F.G.; Bitu, V.C.N.; Coutinho, H.D.M.; et al. Antibacterial and modifying-antibiotic activities of the essential oils of *Ocimum gratissimum* L. And *Plectranthus amboinicus* L. *Eur. J. Integr. Med.* 2015, 2, 151–156.[CrossRef]
- Ahmed, Z. F., Hammouda, F. M., Rizk, A. M., & Ismail, S. I. (1970). PHYTOCHEMICAL STUDIES OF CERTAIN CENTAUREA SPECIES. *Planta Medica*, 18(3), 227-231. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1099770>
- Ak agawa, M.; Shigemitsu, T.; Suyama, K. Production of hydrogen peroxide by polyphenols and polyphenol-rich beverages under quasi-physiological conditions. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2003, 67,2632–2640. [CrossRef] [PubMed]
- Alasbahi, R.H.; Melzig, M.F. *Plectranthus barbatus*: A review of phytochemistry, ethnobotanical uses and pharmacology—Part 1. *Planta Med.* 2010, 76, 653–661. [CrossRef] [PubMed]
- Ali, A.M.; Mackeen, M.M.; Sharkawy, E.S.H.; Hamid, J.A.; Ismail, N.H.; Ahmad, F.B.H.; Lajis, N.H. Antiviral and cytotoxic activities of some plants used in malaysian indigenous medicine. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*1996, 19, 129–136.
- Apetrei. C. L. C. Tuchilus, A. C. Aprotosoai, A. Oprea, K. E. Malterud, and A. Miron, "Chemical, antioxidant and antimicrobial investigations of *Pinus cembra* L. bark and needles," *Molecules*, vol. 16, no. 9, pp. 7773–7788, 2011.
- Aragao GF, Carneiro LM, Junior AP, Vieira LC, Bandeira PN, Lemos TL, et al. A possible mecha-nism for anxiolytic and antidepressant effects of alpha- and beta-amyrin from *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March. *Pharmacol Biochem Behav* 2006; 85(4):827–34
- Archana CE. Antianxiety effect of alcoholic leaf extract of *Plectranthus amboinicus* in mice. *AJBPS* 2013; 3:49–53.
- Arumugam G, Sinniah UR, Swamy MK, Lynch PT. Encapsulation of in vitro *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. Shoot apices for propagation and conservation. *3 Biotech* 2019; 9(8):298.
- Arumugam. G, M. K. Swamy, and U. R. Sinniah, "*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng: botanical, phytochemical, pharmacological and nutritional significance," *Molecules*, vol. 21, no. 4, p. 369, 2016.

Références bibliographiques

- Aryal, S., Baniya, M.K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R. and Koirala, N. (2019). Total phenolic content, flavonoid content and antioxidant potential of wild vegetables from Western Nepal. *Plants* 8(4), 96.
- Aryal, S., Baniya, M.K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R. and Koirala, N. (2019). Total phenolic content, flavonoid content and antioxidant potential of wild vegetables from Western Nepal. *Plants* 8(4), 96.
- Ashwini S, Girish K. Phytochemical screening and antibacterial activity of methanolic leaf extract of coleus. *Int J Res Pharm Sci* 2014; 5(4):270–4.
- Avril, J.-L., Dabernat, H., Denis, F., & Monteil, F. (2000). *Bactériologie clinique—3e édition entièrement refondue et mise à jour—Broché—H. Dabernat, J.-L. Avril, Faustine Denis—Achat Livre | fnac (Ellipses)*. <https://livre.fnac.com/a884199/H-Dabernat-Bacteriologie-clinique-3e-edition-entierement-refondue-et-mise-a-jour>
- Baltacıoğlu, C., Veliöğlu, S. and Karacabey, E. (2011). Changes in total phenolic and flavonoid contents of rowanberry fruit during postharvest storage. *J. Food Qual.* 34, 278-283.
- Baltacıoğlu, C., Veliöğlu, S. and Karacabey, E. (2011). Changes in total phenolic and flavonoid contents of rowanberry fruit during postharvest storage. *J. Food Qual.* 34, 278-283.
- Baranitharan, M.; Dhanasekaran, S. Mosquitocidal efficacies of medicinal plant of *Coleus aromaticus* Benth (Lamiaceae) leaf extracts *Chikungunya* vector, *Aedes aegypti* (Linn.) (Diptera: Culicidae). *Int. J. Curr. Res. Chem. Pharm. Sci.* 2014, 1, 61–67.
- Barbosa, M.d.O.; Wilairatana, P.; Leite, G.M.d.L.; Delmondes, G.d.A.; Silva, L.Y.S.d.; Júnior, S.C.A.; Dantas, L.B.R.; Bezerra, D.S.; Beltrão, I.C.S.L.d.; Dias, D.d.Q.; et al. *Plectranthus* Species with anti-inflammatory and analgesic potential: A Systematic Review on ethnobotanical and Pharmacological findings. *Molecules* 2023, 28, 5653. Doi: <https://doi.org/10.3390/molecules28155653>
- Barros, L., Falcão, S., Baptista, P., Freire, C., Vilas-Boas, M., et Ferreira, I. C. (2008). Antioxidant activity of *Agaricus* sp. Mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Food chemistry*, 111:1, 61-66.
- Barros, L., Falcão, S., Baptista, P., Freire, C., Vilas-Boas, M., et Ferreira, I. C. (2008). Antioxidant activity of *Agaricus* sp. Mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Food chemistry*, 111:1, 61-66.
- Baslas, R.K.; Kumar, P. Chemical examination of essential oil of *Coleus aromaticus* Benth. *J. Indian Chem. Soc.* 1981, 58, 103–104.
- Belabbas, M. (2020). Composition chimique et propriétés biologiques des polyphénols de l'ortie (*Urtica dioica* L.). Thèse de doctorat en spécialité : Nutrition et santé. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem. Algérie. 70-84.
- Belabbas, M. (2020). Composition chimique et propriétés biologiques des polyphénols de l'ortie (*Urtica dioica* L.). Thèse de doctorat en spécialité : Nutrition et santé. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem. Algérie. 70-84.
- Belkhir F., et Baghiani A. (2017). Plantes médicinales Activités antioxydantes et antibactériennes Etude de cas : *Tamus communis* et *Carthamus caeruleus*. Edition

Références bibliographiques

- Éditions Universitaires Européennes OmniScriptum GmbH & Co. KG ISBN 978-3-330-86516-7
- Bendif, H. (2017). Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga iva* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord & Fourr. Thèse de Doctorat de l'école Normale supérieure de Kouba-Alger
 - Benkiki N.(2006). Etude phytochimique des plantes médicinales algérienne. *Ruta montana*, *Matricaria pubescens* et *Hyperium perfoliatum*. Thèse de Doctorat, Université Al-Hadj Lakhdar Batena, p. 112, 116, 117, 119, 123, 124, 133.
 - Benkiniouar, R. (2009). Contribution à l'étude des composés phénoliques de certaines espèces des Labiées de la flore algérienne. Thèse de Doctorat de l'université de Constantine.
 - Berger, M.M., 2006. Manipulations nutritionnelles du stress oxydant : état des connaissances. *Nutr. Clin. Métabolisme* 20, 48–53. Doi:10.1016/j.nupar.2005.12.005
 - Berger, M.M., 2006. Manipulations nutritionnelles du stress oxydant : état des connaissances. *Nutr. Clin. Métabolisme* 20, 48–53. Doi:10.1016/j.nupar.2005.12.005
 - Berreghioua, A. (2016). INVESTIGATION PHYTOCHIMIQUE SUR DES EXTRAITS BIOACTIFS DE DEUX BRASSICACEAE MEDICINALES DU SUD ALGERIEN :*Moricandiaarvensis* et *Zillamacroptera* [Thesis, 12/01/2016]. <http://dSPACE.univ-tlemcen.dz/handle/112/9360>
 - Bhatt, P. and Negi, P.S. (2012). Antioxidant and antibacterial activities in the leaf extracts of Indian borage (*Plectranthus amboinicus*). *Food Nutr Sci.* 3(02), 146-152
 - Bhatt, P. and Negi, P.S. (2012). Antioxidant and antibacterial activities in the leaf extracts of Indian borage (*Plectranthus amboinicus*). *Food Nutr Sci.* 3(02), 146-152
 - Bhatt, P.; Joseph, G.S.; Negi, P.S.; Varadaraj, M.C. Chemical composition and nutraceutical potential of Indian borage (*Plectranthus amboinicus*) stem extract. *J. Chem.* 2013, 2013, 1–7. [CrossRef]
 - Bhatt, P.; Negi, P.S. Antioxidant and antibacterial activities in the leaf extracts of Indian borage(*Plectranthus amboinicus*). *Food Nutr. Sci.* 2012, 3, 146–152. [CrossRef]
 - Bhatt, P.; Negi, P.S. Antioxidant and antibacterial activities in the leaf extracts of Indian borage(*Plectranthus amboinicus*). *Food Nutr. Sci.* 2012, 3, 146–152. [CrossRef]
 - Bhattacharjee, P.; Majumder, P. Investigation of phytochemicals and anti-convulsant activity of the plant *coleus amboinicus* (Lour.). *Int. J. Green Pharm.* 2013, 7, 211–215.
 - Bohui, P. S. G., Adima, A. A., Niamké, F. B., & N'Guessan, J. D. (2018). Etude comparative de trois méthodes d'extraction des flavonoïdes totaux à partir des feuilles de plantes médicinales : *Azadirachta indica* et *Psidium guajava*. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim*, 46, 50–58.
 - Boucherit-Otmani. Z,N. Bentabet, K. Boucherit. Composition chimique et activité anti-oxydante d'extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de

Références bibliographiques

- Béchar en Algérie. Phytothérapie. Springer-Verlag France 2014. DOI 10.1007/s10298-014-0834-x
- Bougandoura N., et Bendimerad N. (2012). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L) Briq Rev « Nature & Technologie » B-Sciences Agronomiques et Biologiques.
 - Bouhdid S., Idaomar M., Zhiri A., Bouhdid D., Skali N S and Abrini J. (2006). Thymus essential oils: chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities. *Biochimie, Substances Naturelles et environnement, Congrès International de biochimies*, Agadir. 324-327.
 - Bouhlali E, Jaouad E, Jamal, Mohamed B, Chakib A, Mohamed A, Younes F. (2016). Anti-inflammatory properties and phenolic profile of six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties. *Journal of King Saud University – Science* 30(4), 519-526 <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.08.011>
 - Brandao EM, Brandão PH, Souza IA, Paiva GS, de C Carvalho M, Lacerda CM. Antineoplastic effect of aqueous extract of *Plectranthus amboinicus* in Ehrlich Ascites Carcinoma. *J Cancer* 2013; 4(7):573–6. Doi:10.7150/jca.6730
 - Can Baser, K.H. Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils. *Curr. Pharm. Design*. 2008, 14, 3106–3119. [CrossRef]
 - Castillo, R.A.M.; Gonzalez, V.P. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. *Rev. Cuba. Plantas Med.* 1999, 4, 110–115.
 - Castillo, R.A.M.; Gonzalez, V.P. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. *Rev. Cuba. Plantas Med.* 1999, 4, 110–115.
 - Chandra S., Chatterjee P., Dey P. and Bhattacharya S. Evaluation of in vitro anti-inflammatory activity of coffee against the denaturation of protein, 2012. *J. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2(1). 178-180.
 - Chang-Diaz, F. R. (1989). Method of infusion extraction (United States Patent No US4832951A). <https://patents.google.com/patent/US4832951A/en>
 - Chen, Y.S.; Yu, H.M.; Shie, J.J.; Cheng, T.J.R.; Wu, C.Y.; Fang, J.M.; Wong, C.H. Chemical constituents of *plectranthus amboinicus* and the synthetic analogs possessing anti-inflammatory activity. *Bioorg. Med. Chem.* 2014, 22, 1766–1772. [CrossRef] [PubMed]
 - Chiu, Y.J.; Huang, T.H.; Chiu, C.S.; Lu, T.C.; Chen, Y.W.; Peng, W.H.; Chen, C.Y. Analgesic and anti-inflammatory activities of the aqueous extract from *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. Both in vitro and in vivo. *Evid Based Complement. Altern. Med.* 2012, 2012, 1–11.
 - COMBY, S., CARRET, G., FLANDROIS, J., PAVE, A., & PEROUSE DE MONTCLOS, M. (1988). Utilisation d'un système expert d'aide à la réalisation des examens cyto bactériologiques urinaires. *Ann. Biol. clin.*, 46, 669–672.
 - Dayana Janakiraman., Chettancherry Somasundaram Parameswari. Evaluation of Anti inflammatory effect of *Plectranthus amboinicus* leaf extract - An invitro study. *J. Adv. Pharm. Edu. & Res.* Apr-Jun 2014 Vol 4 Issue 2.
 - Dutta, S. Essential oil of *Coleus aromaticus* of Indian origin. *Indian Oil Soap J.* 1959, 25, 120.

Références bibliographiques

- El-Hawary, S.S., El-Sofany, R.H., Abdel-Monem, A.R., Ashour, R.S. and Sleem, A. A. (2012). Polyphenolics content and biological activity of *Plectranthusamboinicus* (Lour.) Spreng growing in Egypt (Lamiaceae). *Pharmacogn. J.* 4(32), 45-54.
- El-Hawary, S.S., El-Sofany, R.H., Abdel-Monem, A.R., Ashour, R.S. and Sleem, A. A. (2012). Polyphenolics content and biological activity of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng growing in Egypt (Lamiaceae). *Pharmacogn. J.* 4(32), 45-54.
- El-hawary, S.S.; El-sofany, R.H.; Abdel-Monem, A.R.; Ashour, R.S. Phytochemical Screening, DNA fingerprinting, and Nutritional Value of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. *Pharmacogn. J.* 2012,4, 10–13. [CrossRef]
- Falleh H et al. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies* 331: 372-379.
- Frame, A.D.; Riosolivares, E.; de Jesus, L.; Ortiz, D.; Pagan, J.; Mendez, S. Plants from Puerto Rico with anti-*Mycobacterium tuberculosis* properties. *P. R. Health Sci. J.* 1998, 17, 243–253. [PubMed]
- Frezza, C., Venditti, A., Serafini, M. and Bianco, A. (2019). Phytochemistry, Chemotaxonomy, Ethnopharmacology, and Nutraceuticals of Lamiaceae. *Studies in Natural Products Chemistry*, 62, 125-78. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64185-4.00004-6>
- Fu L, Fu Z. *Plectranthus amboinicus* leaf extract–assisted biosynthesis of ZnO nanoparticles and their photocatalytic activity. *Ceram Int.* 2015; 41(2):2492–6
- Ganzler, K., Salgó, A., & Valkó, K. (1986). Microwave extraction: A novel sample preparation method for chromatography. *Journal of Chromatography A*, 371, 299-306. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)94714-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)94714-4)
- Gao, M., & Liu, C.-Z. (2005). Comparison of techniques for the extraction of flavonoids from cultured cells of *Saussureamedusa* Maxim. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 21(8-9), 1461–1463.
- Ghedadba, N., Bousselsela, H., Hambaba, L., Benbia, S., Mouloud, Y. (2014). Évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des feuilles et des sommités fleuries de *Marrubium vulgare* L. *Phytothérapie*, (12), 15-24.
- Ghedadba, N., Bousselsela, H., Hambaba, L., Benbia, S., Mouloud, Y. (2014). Évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des feuilles et des sommités fleuries de *Marrubium vulgare* L. *Phytothérapie*, (12), 15-24.
- Gonçalves, T.B.; Braga, M.A.; Oliveira, F.F.M. Effect of subinhibitory and inhibitory concentrations of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng essential oil on *Klebsiella pneumoniae*. *Phytomedicine* 2012, 19, 962–968. [CrossRef] [PubMed]
- Grayer, R.J.; Eckert, M.R.; Lever, A.; Veitch, N.C.; Kite, G.C.; Paton, A.J. Distribution of exudate flavonoids in the genus *Plectranthus*. *Biochem. Syst. Ecol.* 2010, 38, 335–341. [CrossRef]
- Grayer, R.J.; Eckert, M.R.; Lever, A.; Veitch, N.C.; Kite, G.C.; Paton, A.J. Distribution of exudate flavonoids in the genus *Plectranthus*. *Biochem. Syst. Ecol.* 2010, 38, 335–341. [CrossRef]

Références bibliographiques

- Grigonis, D., Venskutonis, P.R., Sivik, B., Sandahl, M. and Eskilsson, C.S. (2005). Comparison of different extraction techniques for isolation of antioxidants from sweet grass (*Hierochloë odorata*). *J. Supercrit. Fluids.* 33(3), 223-233.
- Gurgel, A.P.; da Silva, J.G.; Grangiero, A.R.; Oliveira, D.C.; Lima, M.P.; Silva, A.C.; Oliveira, A.G.; Souza, I.A. In vivo study of the anti-inflammatory and antitumor activities of leaves from *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Lamiaceae). *J. Ethnopharmacol.* 2009, 125, 361–363. [CrossRef] [PubMed]
- Habibur, R., Eswaraiah, M. C., et Dutta, A. M. (2015). In-vitro Anti-inflammatory and Antiarthritic Activity of *Oryzasativa* Var. *JohaRice* (An Aromatic Indigenous Rice of Assam). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 15. 115-121.
- Habibur, R., Eswaraiah, M. C., et Dutta, A. M. (2015). In-vitro Anti-inflammatory and Antiarthritic Activity of *Oryza sativa* Var. *Joha Rice* (An Aromatic Indigenous Rice of Assam). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 15. 115-121.
- Hambaba K., Boudjellal M., Abdeddaim M C., Aberkane K., Boudiaf. (2012). Étude in vitro des activités antimicrobienne et antioxydante des extraits du fruit d'*elaegnus angustifolia* L. *Phytochemistry*, 350–35
- Hamia C., Guergab A., Rennane N., Birache M., Haddad M., Saidi M et yousfi
- Harefa, K.; Sulastri, D.; Nasrul, E.; Ilyas, S. Analysis of Several Inflammatory Markers Expression in Obese Rats given *Plectranthusamboinicus* (Lour.) Spreng Ethanol Extract. *Pharmacogn. J.* 2021, 13, 172–178. [CrossRef]
- Harsha, V.H.; Hebbar, S.S.; Hegde, G.R.; Shripathi, V. Ethnomedical knowledge of plants used by Kunabi tribe of Karnataka in India. *Fitoterapia* 2002, 73, 281–287. [CrossRef]
- Hattori, M.; Nakabayashi, T.; Lim, Y.A.; Miyashiro, H.; Kurokawa, M.; Shiraki, K.; Gupta, M.P.; Correa, M.; pilapitiya, U. Inhibitory effects of various Ayurvedic and Panamanian medicinal plants on the infection of herpes Simplex Virus-1 in vitro and in vivo. *Phytother. Res.* 1995, 9, 270–276. [CrossRef]
- Hennebelle, T. (2006). Investigation chimique, chimiotaxonomique et pharmacologique de *Lamiale* productrice d'antioxydants : *Marrubium perigrinum*, *Ballota larrendana*, *Ballota pseudodictamnus* (Lamiacées) et *Lippia alba* (Verbenacées). Thèse de Doctorat de Lille 1, 109-14.
- Hilan C., Sfeir R., Jawish D et Aitour S. (2006). Huiles essentielles de certaines plantes médicinales libanaises de la famille des Lamiaceae-Lebanese Science Journal ; Vol.7 ; N°2.
- Hole, R.C.; Juvekar, A.R.; Roja, G.; Eapen, S.; D'Souza, S.F. Positive inotropic effect of the leaf extracts of parent and tissue culture plants of *Coleus amboinicus* on an isolated perfused frog heart preparation. *Food Chem.* 2009, 114, 139–141. [CrossRef]
- Hsu KP, Ho CL. Antimildew Effects of *Plectranthus amboinicus* Leaf Essential Oil on Paper. *Nat Prod Commun* 2019; 14(7):1934578X19862903.
- Ikigai, H.; Nakae, T.; Hara, Y.; Shimamura, T. Bactericidal catechins damage the lipid bilayer. *Biochem. Biophys. Acta* 1993, 1147, 132–136. [CrossRef]

Références bibliographiques

- Itza Ortiz MF. Phytobiotic activity of *Larrea tridentata*, *Origanum vulgare* and *Plectranthus amboinicus* in Gram positive and Gram negative bacteria. *Interciencia* 2019; 44(5):298–302.
- J.Zhishen, T.Mengcheng, W.Jianming, "The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals" *J Food Chem*, 1999, Vol. (64), page : 555.
- Jaccoud, S. (1872). *Nouveau dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques* (Vol. 16). Baillière.
- Jain, A.K.; Dixit, A.; Mehta, S.C. Wound healing activity of aqueous extract of leaves and roots of *coleus aromaticus* in rats. *Acta Pol. Pharm. Drug. Res.* 2012, 69, 1119–23.
- Jayaraman, M.; Senthilkumar, A.; Venkatesalu, V. Evaluation of some aromatic plant extracts for mosquito larvicidal potential against *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti*, and *Anopheles stephensi*. *Parasitol. Res.* 2015, 114, 1511–1518. [CrossRef] [PubMed]
- Jiménez N., Carrillo-Hormaza L., Pujol A., Álzate F., Osorio E., Lara-Guzman O. (2015). Antioxidant capacity and phenolic content of commonly used anti-inflammatory medicinal plants in Colombia. *Industrial Crops and Products* 70, 272-279
- Jose, A.M.; Ibrahim; Janardhanan, S. Modulatory effect of *Plectranthus amboinicus* Lour. On ethylene glycol-induced nephrolithiasis in rats. *Indian J. Pharmacol.* 2005, 37, 43–44. [CrossRef]
- Kaabeche, M. (2007). Biodiversité floristique et plantes médicinales en Algérie. Symposium international sur le médicament de phytothérapie et plantes médicinales. Constantine le 17, 18 et 19 Mars, 25.
- Kabouche, A. (2005). Etude phytochimique de plantes médicinales appartenant à la famille des Lamiaceae. Thèse de Doctorat de l'université Mentourie Constantine.
- KENZA, L., & Merbouha, C. (2019). Amélioration des propriétés fonctionnelles d'un shampoing par l'addition de bba.dz:80/xmlui/handle/123456789/108 flavonoïdes [Thesis]. <http://dspace.univ->
- Khan, M.C.P.I. *Current Trends in Coleus Aromaticus: An Important Medicinal Plant*; Booktango: Bloomington, IN, USA, 2013.
- Khanum, H.; Ramalakshmi, K.; Srinivas, P.; Borse, B.B. Synergistic antioxidant action of *Oregano*, *Ajowan* and *Borage* extracts. *Food Nutr. Sci.* 2011, 2, 387–392. [CrossRef]
- Khare, R.S.; Banerjee, S.; Kundu, K.K. *Coleus aromaticus* Benth. A nutritive medicinal plant of potential therapeutic value. *Int. J. Pharma. Bio. Sci.* 2011, 2, 488–500.
- Khled Khoudja, N., Boulekbache-Makhlouf, L., Madani, K. (2014). Antioxidant capacity of crude extracts and their solvent fractions of selected Algerian Lamiaceae. *Industrial Crops and Products.* 52, 177-82.

Références bibliographiques

- Knežević, S.V., Blažković, B., Štefan, M.B., Alegro, A., Kószeg, T & Petrik, J. (2011). Antioxidant Activities and polyphenolic contents of three selected *Micromeria* species from Croatia. *Molecules*, 16(2), 14454-1470.
- Knežević, S.V., Blažković, B., Štefan, M.B., Alegro, A., Kószeg, T & Petrik, J. (2011). Antioxidant Activities and polyphenolic contents of three selected *Micromeria* species from Croatia. *Molecules*, 16(2), 14454-1470.
- Ksouri, R., Falleh, H., Megdiche, W., Trabelsi, N., Mhamdi, B., Chaieb, K., Bakrouf, Magné.A., C. et Abdelly, C. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte *Tamarix gallica* L. and related polyphenolic constituents. *Food and Chemical Toxicology* 47 : 2083-2091.
- Kumaran, A.; Karunakaran, J. Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *coleus aromaticus*. *Food Chem.* 2006, 97, 109–114. [CrossRef]
- Kusumoto, I.T.; Nakabayashi, T.; Kida, H.; Miyashiro, H.; Hattori, M.; Namba, T.; Shimotohno, K. Screening of various plant extracts used in ayurvedic medicine for inhibitory effects on Human Immunodeficiency virus-type 1 (HIV-1) protease. *Phytother. Res.* 1995, 9, 180–184. [CrossRef]
- L.Lagnika, "*Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises*" Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 2005, page :249.
l'activité antioxydante des extraits du *Rhanterium adpressum*. *Annales des*
- Lincer, F., Laribi, R., Tamendjari, A., Arrar, L., Rovellini, P., et Venturini, S. (2014). Olive oils from Algeria: Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activities. *Grasas y Aceites*, 65(1), 001.
- Lee, K.W., Kim, Y.J., Lee, H.J., Lee, C.Y. (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher Antioxydant capacity than teas and red wine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry.* (3), 7292- 7295.
- Lima, M.A.; Oliveira, F.F.M.; Gomes, G.A.; Lavor, P.L.; Santiago, G.M.; Nagao-Dias, Arriaga.A.T.; A.M.; Lemos, T.L.; Carvalho, M.G. Evaluation of larvicidal activity of the essential oils of plants species from Brazil against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Afr. J. Biotechnol.* 2011, 10, 11716–11720.
- Lu et al.(2008) in Duganath N., Rubesh Kumar S., Kumanan R et Jayaveera K.N. (2010). Evaluation Of Anti-Denaturation Property And Anti-Oxidant Activity Of Traditionally Used Medicinal Plants. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*,1(2):1-7.
- Likhoba, C.W.; Simmonds, M.S.J.; Paton, A.J. *Plectranthus*: A review of ethnobotanical uses. *J. Ethnopharmacol.* 2006, 103, 1–24. [CrossRef] [PubMed]
- Likhoba, C.W.; Simmonds, M.S.J.; Paton, A.J. *Plectranthus*: A review of ethnobotanical uses. *J. Ethnopharmacol.* 2006, 103, 1–24. [CrossRef] [PubMed]
- M. (2014) Influence des solvants sur le contenu en composés phénoliques et
- M. K. Swamy, U. R. Sinniah, and M. S. Akhtar, "In vitro pharmacological activities and GC-MS analysis of different solvent extracts of *Lantana camara* leaves collected from tropical region of Malaysia," *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2015, Article ID 506413, 9 pages, 2015.

Références bibliographiques

- M. M. Giusti, R.E.Wrolstad "Anthocyanins: characterization and measurement with UV-visible spectroscopy" Current protocols in food analytical chemistry, New York: John Wiley& Sons: Unit, **2001**.
- Makkar, H.P.S. "In Quantification of tannins in tree foliage" Working document, FAO/IAEA, Vienna, **2000**.
- Manjamalai, A.; Grace, D.V.B. Volatile constituents and antioxidant property of essential oil from plectranthus amboinicus (Lour). Int. J. Pharm. Biol. Sci. 2012, 3, 445–458
Master II. Chimie.Université ABB. Tlemcen.
- Mizushima Y. (1964). Inhibition de la dénaturation de protéines par des agents antirhumatiques ou antiphlogistiques. Arch Int PharmacodynTher, 149,1-7.
- Mizushima Y. (1964). Inhibition de la dénaturation de protéines par des agents antirhumatiques ou antiphlogistiques. Arch Int PharmacodynTher, 149,1-7.
- Mohanty.S.K, K. S. Mallappa, A. Godavarthi et al., "Evaluation of antioxidant, in vitro cytotoxicity of micropropagated and naturally grown plants of Leptadenia reticulata (Retz.) Wight & Arn.-an endangered medicinal plant," Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, vol. 7, supplement 1, pp. S267–S271, 2014.
- Morelló, J. R., Motilva, M. J., Tovar, M. J., et Romero, M. P. (2004). Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. Food Chemistry, 85(3), 357-364.
- Morton, J.F. Country borage (Coleus amboinicus Lour.): A potent flavoring and medicinal plant. J. Herbs Spices Med. Plants 1992, 1, 77–90. [CrossRef]
- Mounira, A. & Mahdia, H. (2015). Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologiques (Antioxydante et Antibactérienne) d'une plante médicinale Cleome arabica L (Région d'Oued Souf). Mémoire de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar D'el-Oued, (Algerie), 106 p.
- Mounira, A. & Mahdia, H. (2015). Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologiques (Antioxydante et Antibactérienne) d'une plante médicinale Cleome arabica L (Région d'Oued Souf). Mémoire de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar D'el-Oued, (Algerie), 106 p.
- Muniandy K, Hassan Z, Isa MH. The action of Coleus aromaticus as a potential wound healing agent in experimentally induced diabetic mice. PERINTIS J. 2014; 4(1).
- Murthy, P.S.; Ramalakshmi, K.; Srinivas, P. Fungitoxic activity of Indian borage (Plectranthus amboinicus)volatiles. Food Chem. 2009, 114, 1014–1018. [CrossRef]
- Murthy, P.S.; Ramalakshmi, K.; Srinivas, P. Fungitoxic activity of Indian borage (Plectranthus amboinicus)volatiles. Food Chem. 2009, 114, 1014–1018. [CrossRef]
- Negi, P.S. Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application. Int. J. Food Microbiol. 2012, 156, 7–17. [CrossRef] [PubMed]
- Neuwinger, H.D. African Traditional Medicine. A Dictionary of Plant Use and Applications; Medpharm Scientific publishers: Stuttgart, Germany, 2000; pp. 406–408.

Références bibliographiques

- Norazsida R, Pakeer O, Taher M. The antimalarial properties of essential oils of the leaves of Malaysian *Plectranthus Amboinicus* (Lour) Spreng In mice infected with *Plasmodium berghei*. *Int Med J Malays* 2017; 16(1)
- Nur Ain Liana Rojnan and Nor Akmalazura Jani. PHYTOCHEMICAL ANALYSIS AND DPPH RADICAL SCAVENGING ACTIVITY OF *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng LEAF EXTRACTS. *MALAYSIAN JOURNAL OF BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY*. Special Issue, 2023, 1, (34 - 41): 1st International BioMECs Symposium. <http://mjbmb.org>
- Oliveira, R.A.G.; Lima, E.O.; de Souza, E.L.; Vieira, W.L.; Freire, K.R.L.; Trajano, V.N.; Lima, I.O.; Silva-Filho, R.N. Interference of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) spreng essential oil on the anti-*Candida* activity of some clinically used antifungals. *Brazilian J. Pharmacog.* 2007, 17, 186–190. [CrossRef]
- Orient Longman. *Indian Medicinal Plants*; Microprint: Madras, India, 1995.
- Osman, N. I., Sidik, N. J., Awal, A., Adam, N. A., et Rezali, N. I. (2016). In vitro xanthine oxidase and albumin denaturation inhibition assay of *Barringtonia racemosa* L. and total phenolic content analysis for potential anti-inflammatory use in gouty arthritis. *Journal of intercultural ethnopharmacology*, 5(4), 343–349.
- Osman, N. I., Sidik, N. J., Awal, A., Adam, N. A., et Rezali, N. I. (2016). In vitro xanthine oxidase and albumin denaturation inhibition assay of *Barringtonia racemosa* L. and total phenolic content analysis for potential anti-inflammatory use in gouty arthritis. *Journal of intercultural ethnopharmacology*, 5(4), 343–349.
- Otake, S.; Makimura, M.; Kuroki, T.; Nishihara, Y.; Hirasawa, M. Anticaries effects of polyphenolic compounds from Japanese green tea. *Caries Res.* 1991, 25, 438–443. [CrossRef] [PubMed]
- Ould Amar B. (2013) : Investigation des taux de HAP dans les sols avoisinant les centres de stockage et/ou de distribution des hydrocarbures. Mémoire de fin d'étude
- Ozenda P. (1977). *Flore du Sahara*. Paris, C.N.R.S., 622 p
- P. Bhatt and P. S. Negi, "Antioxidant and Antibacterial Activities in the Leaf Extracts of Indian Borage (*Plectranthus amboinicus*)," *Food and Nutrition Sciences*, vol. 03, no. 02, pp. 146–152, 2012.
- P. Kuppasamy, M. M. Yusoff, N. R. Parine, and N. Govindan, "Evaluation of in-vitro antioxidant and antibacterial properties of *Commelina nudiflora* L. extracts prepared by different polar solvents," *Saudi Journal of Biological Sciences*, vol. 22, no. 3, pp. 293–301, 2015.
- P. Schofield, D.M. Mbugua, A.N. Pell, "*Analysis of condensed tannins*" a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* **2001**, Vol. (91), page : 21.
- Paré J.R.J., Sigouin M., et Lapointe J., 1990. Extraction de produits naturels assistée par micro-ondes. Brevet européen, EP 398798.
- Patel, R.; Mahobia, N.K.; Gendle, R.; Kaushik, B.; Singh, S.K. Diuretic activity of leaves of *plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng in male albino rats. *Pharmacogn. Res.* 2010, 2, 86–88. [CrossRef][PubMed]
- Pierre, M., & Lys, M. (2007). *Secrets des plantes*. Editions Artemis.

Références bibliographiques

- Poppy AZH, Panal S, Denny S. Anticancer activity of B-sitasterol from plectranthus Amboinicus leaves: In vitro and in silico studies, *Asian J Pharm Clin Res* 2017; 10(5):306–8. Doi.org/10.22159/ajpcr.2017.V10i5.16931
- Punet Kumar, Sangamsingh, Nitin Kumar Plectranthus amboinicus: a review on its pharmacological and pharmacognostical studies. *American Journal of Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, 2020 10(2):55–62 Doi:10.5455/ajbpb.20190928091007
- Quezel, P., et Santa S. (1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (Tome2)*. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 807-19.
- R. A. Gonbad, A. Afzan, E. Karimi, U. R. Sinniah, and M. K. Swamy, "Phytoconstituents and antioxidant properties among commercial tea (*Camellia sinensis* L.) clones of Iran," *Electronic Journal of Biotechnology*, vol. 18, no. 6, pp. 433–438, 2015
- R. A. Gonbad, A. Afzan, E. Karimi, U. R. Sinniah, and M. K. Swamy, "Phytoconstituents and antioxidant properties among commercial tea (*Camellia sinensis* L.) clones of Iran," *Electronic Journal of Biotechnology*, vol. 18, no. 6, pp. 433–438, 2015.
- R. Naz and A. Bano, "Phytochemical screening, antioxidants and antimicrobial potential of *Lantana camara* in different solvents," *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, vol. 3, no. 6, pp. 480–486, 2013.
- R. Julkunen-Titto, "*Phenolic constituents in the leaves of northern willows methods for the analysis of certain phenolics*" *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 1985, Vol., page : 213.
- Ragasa, C.Y.; Sangalang, V.; Pendon, Z.; Rideout, J.A. Antimicrobial flavones from *Coleus amboinicus*. *Philippine J. Sci.* 1999, 28, 347–351.
- Rai, V, Pai, V, and P. Kedilaya, "A preliminary evaluation of anticancer and antioxidant potential of two traditional medicinal plants from Lamiaceae—*Pogostemon heyneanus* and *Plectranthus amboinicus*," *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, vol. 6, no. 8, pp. 73–78, 2016.
- Ramalakshmi, P.; Subramanian, N.; Saravanan, R.; Mohanakrishnan, H.; Muthu, M. Anticancer effect of *coleus amboinicus* (Karpooravalli) on human lung cancer cell line (A549). *Int. J. Dev. Res.* 2014, 4, 2442–2449.
- Rao DS, Rao VP, Rao KS. Pharmacological effects of forskolin isolated from *Coleus aromaticus* on the lung damage rats. *Int J Adv Pharm Sci* 2010; 1(1):17–21.
- Retief, E. *Lamiaceae (Labiatae)*. In *Seed Plants of Southern Africa*; Leistner, O.A., Ed.; National Botanical institute: Cape Town, South Africa, 2000; pp. 323–334
- Rice LJ, Brits GJ, Potgieter CJ, Van Staden J. *Plectranthus*: a plant for the future? *S Afr J Bot* 2011; 77(4):947–59.
- Roshan, P.; Naveen, M.; Manjul, P.S.; Gulzar, A.; Anita, S.; Sudarshan, S. *Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng: An overview. *Pharm. Res.* 2010, 4, 1–15.

Références bibliographiques

- Roumeissa, L., & Maya, L. (2015). Comparaison de trois méthodes d'extraction des composés phénoliques et des flavonoïdes à partir de la plante médicinale : *Artemisia herba alba* Asso. 76.
- Roux, J.P. Flora of South Africa; Compton Herbarium: South African National Biodiversity Institute: Cape Town, South Africa, 2003.
- Ruan TZ, Kao CL, Hsieh YL, Li HT, Chen CY. Chemical constituents of the Leaves of *Plectranthus amboinicus*. *Chem Nat Compd* 2019; 55(1):124–6.
- Ruiz, A.R.; de la Torre, R.A.; Alonso, N.; Villaescusa, A.; Betancourt, J.; Vizoso, A. Screening of medicinal plants for induction of somatic segregation activity in *Aspergillus nidulans*. *J. Ethnopharmacol.* 1996, 52,123–127. [CrossRef]
- Sait, S., Hamri-Zeghichi, S., Boulekbache-Makhlouf, L., Madani, K., Rigou, P., Brighenti, V., Pio Prencipe, F., Benvenuti, S., et Pellati, F. (2015). HPLC-UV/DAD and ESI-MSn analysis of flavonoids and antioxidant activity of an Algerian medicinal plant: *Paronychia argentea* Lam. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 111, 231–240.
- Sandhya, S.; Kumar, S.P.; Vinod, K.R.; David, B.; Kumar, K. Plants as potent anti-diabetic and wound healing agents: A review. *Hygeia. J. Drugs Med.* 2011, 3, 11–19.
- Sangeetha G, Rajeshwari S, et Venckatesh R (2011). Green synthesis of zinc oxidenanoparticles by aloebarbadensismillerleafextract: structure and opticalproperties. *Mater Res Bull* 46(12):2560–2566.
- Sangeetha G, Rajeshwari S, et Venckatesh R (2011). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles by aloe barbadensis miller leaf extract: structure and optical properties. *Mater Res Bull* 46(12):2560–2566.
- sciences et technologie. Vol 6. N° 1.
- Senthilkumar, A.; Venkatesalu, V. Chemical composition and larvicidal activity of the essential oil of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng against *Anopheles stephensi*: A malarial vector mosquito. *Parasitol. Res.*2010, 107, 1275–1278. [CrossRef] [PubMed]
- Senthilkumar, A.; Venkatesalu, V. Chemical composition and larvicidal activity of the essential oil of *plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng against *Anopheles stephensi*: A malarial vector mosquito. *Parasitol. Res.*2010, 107, 1275–1278. [CrossRef] [PubMed]
- Shamsul M, Zahrah MA. Boiling increase antioxidant activity, total phenolic content and total flavonoid content in *Plectranthus amboinicus* leaves. *GSC Biol Pharm Sci* 2019; 6(3):24–30.
- Shubha, J.R.; Bhatt, P. *Plectranthus amboinicus* leaves stimulate growth of probiotic *L. Plantarum*: Evidence for ethnobotanical use in diarrhea. *J. Ethnopharmacol.* 2015, 166, 220–227. [CrossRef] [PubMed]
- Shushma Singh Laxmi, Aditya Gupta, Jayant Kumar Maurya :*plectranthus amboinicus*, pharmacological activity, phytochemicals .*International Journal of Novel Research and Development* 2023 IJNRD | Volume 8, Issue 12 December 2023 | ISSN: 2456-4184. www.ijnrd.org

Références bibliographiques

- Siddhuraju, P., and Becker, K. (2007). The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. *Food Chemistry*. 101, 10- 19.
- Siddhuraju, P., and Becker, K. (2007). The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. *Food Chemistry*. 101, 10- 19.
- Silitonga, M.; Ilyas, S.; Hutahaean, S.; Sipahutar, H. Levels of apigenin and immunostimulatory activity of leaf extracts of Bangun-bangun (*Plectranthus amboinicus* Lour). *Int. J. Biol.* 2015, 7, 46–53. Effects-research-pharmacology (Accessed 4 March 2020).
- Singh, G.; Singh, O.P.; Prasad, Y.R.; Lamposona, M.P.; Catalan, C. Studies on essential oils. Part 33. Chemical and insecticidal investigations on leaf oil of *Coleus amboinicus* (Lour). *Flavour Frag. J.* 2002, 17, 440–442.[CrossRef]
- Singh, G.; Singh, O.P.; Prasad, Y.R.; Lamposona, M.P.; Catalan, C. Studies on essential oils. Part 33. Chemical and insecticidal investigations on leaf oil of *Coleus amboinicus* (Lour). *Flavour Frag. J.* 2002, 17, 440–442.[CrossRef]
- Singleton, V.L, R.Orthofer, R.M.Lamuella-Raventos, "Analysis of total phenols and other oxidant substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent" *Methods Enzymol.*, 1999, Vol. (299), page: 152.
- Singleton, V.L, J.R.Rossi, "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic – phosphothungstic acid" *Am. J. Enol. Vitic*, 1965, Vol. (16), page : 144.
- Sofowora, A. (2010). *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d’Afrique*. KARTHALA Editions.
- Soni, H.; Nayak, G.; Patel, S.S.; Mishra, K.; Singhai, A.K. Synergistic effect of polyherbal suspension of punica granatum and *Coleus aromaticus* in evaluation of wound healing activity. *J. Herb. Med. Toxicol.* 2011, 5, 111–115.
- Sreedharan B, Jaiganesh KP, Kannappan N, Sulochna N. Pharmacognostic studies on *Plectranthus amboinicus* Lour. *Res J Pharm Biol Chem Sci* 2010; 1(4):413–24.
- Stalikas, C. D. (2007). Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids flavonoids. *Journal of Separation Science*, 30(18), 3268-3295. <https://doi.org/10.1002/jssc.200700261>
- Staples, G.W.; Kristiansen, M.S. *Ethnic Culinary Herbs: A Guide to Identification and Cultivation in Hawaii*; University of Hawaii Press: Honolulu, HI, USA, 1999.
- Stearn, W.T. *Stearns Dictionary of Plant Names for Gardeners: A Handbook on the Origin and Meaning of the botanical Names of Some Cultivated Plants*; Cassell: London, UK, 1992.
- Sulaiman, C.T., Deepak, M. and Balachandran, I. (2018). Spectrophotometric and tandem mass spectrometric analysis of Indian borage (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.) for its polyphenolic characterization. *Beni-Suef Univ. J. Basic Appl. Sci.* 7(4), 471-473.

Références bibliographiques

- Sun, B., JM. Richardo-da-Silva, I. Spranger, "Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins" *J. of Agriculture and Food Chemistry*, 1998, Vol. (46), page : 4267.
- Sunitha, K.S.; Haniffa, M.A.; Milton, M.J.; Manju, A. *Coleus aromaticus* Benth act as an immunostimulant in *channa marulius*. *Int. J. Bio. Tech.* 2010, 1, 55–59.
- Swamy M. K, and U. R. Sinniah, "A comprehensive review on the phytochemical constituents and pharmacological activities of *Pogostemon cablin* Benth.: an aromatic medicinal plant of industrial importance," *Molecules*, vol. 20, no. 5, pp. 8521–8547, 2015
- Swamy M. K. and U. R. Sinniah, "Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.): botany, agrotechnology and biotechnological aspects," *Industrial Crops and Products*, no. 87, pp. 161–176, 2016.
- Swamy M. K., U. R. Sinniah, and M. S. Akhtar, "In vitro pharmacological activities and GC-MS analysis of different solvent extracts of *Lantana camara* leaves collected from tropical region of Malaysia," *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2015, Article ID 506413, 9 pages, 2015.
- Swamy, M.K., Arumugam, G., Kaur, R., Ghasemzadeh, A., Yusoff, M.M. and Sinniah, U.R. (2017). GC-MS based metabolite profiling, antioxidant and antimicrobial properties of different solvent extracts of Malaysian *Plectranthus amboinicus* leaves. *Evid.-based Complement. Altern. Med.* 2017, 1-10
- Swamy, M.K., Arumugam, G., Kaur, R., Ghasemzadeh, A., Yusoff, M.M. and Sinniah, U.R. (2017). GC-MS based metabolite profiling, antioxidant and antimicrobial properties of different solvent extracts of Malaysian *Plectranthus amboinicus* leaves. *Evid.-based Complement. Altern. Med.* 2017, 1-10
- Swamy, M.K.; Sinniah, U.R.; Akhtar, M.S. In vitro pharmacological activities and GC-MS analysis of different solvent extracts of *Lantana camara* leaves collected from tropical region of Malaysia. *Evid. Based Complement. altern.* 2015, 2015, 1–9. [CrossRef] [PubMed]
- Tamert, A., Latreche, A. (2015). Activité antioxydante des extraits de six Lamiaceae aromatiques de l'Algérie occidentale. *Phytothérapie*, 1-8. Doi : 10.1007/s10298-015-1016-1
- Thavamoney, N., Sivanadian, L., Tee, L.H., Khoo, H.E., Prasad, K.N. and Kong, K.W. (2018). Extraction and recovery of phytochemical components and antioxidative properties in fruit parts of *Dacryodes rostrata* influenced by different solvents. *J. Food Sci. Technol.* 55(7), 2523-2532.
- Tiwari DK, Nagar H, Dwivedi G, Tripathi RK, Jena J. evaluation of Anti-Anxiety Activity of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) on Rats. *Asian J Pharm Clin Res* 2012; 5(4):110–3.
- Uawonggul, N.; Chaveerach, A.; Thammasirirak, S.; Arkaravichien, T.; Chuachan, C.; Daduang, S. Screening of plants acting against *Heterometrus laoticus* scorpion venom activity on fibroblast cell lysis. *J. Ethnopharmacol.* 2006, 103, 201–207. [CrossRef] [PubMed]

Références bibliographiques

- Vera R, Mondon JM, Pieribattesti JC. Chemical composition of the essential oil and aqueous extract of *Plectranthus amboinicus*. *Planta Med* 1993; 59(2):182–3.
- Verma, R.S.; Padalia, R.C.; Chauhan, A. Essential Oil Composition of *Coleus aromaticus* Benth. From Uttarakhand. *J. Essent. Oil Bear. Plant* 2012, 15, 174–179. [CrossRef]
- Vermelho, A.B.; Bastos, M.C.F.; Branquinha, M.H.S. *Bacteriologia Geral*; Cidade Universitária: Rio de Janeiro, Brazil, 2007.
- Vijayakumar, S.; Vinoj, G.; Malaikozhundan, B.; Shanthi, S.; Vaseeharan, B. *Plectranthus amboinicus* leaf extract mediated synthesis of Zinc Oxide nanoparticles and its control of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* biofilm and blood sucking mosquito larvae. *Spectrochim. Acta A* 2015, 137, 886–891. [CrossRef] [PubMed]
- Vismaya Satheesh, Jaspreet Kaur, Sapna Jarial, Payel Ghosh, KartikSharma, Manvi Patni, Jyoti Singh and Vishesh Bhadariya Indian borage: a comprehensive review on the nutritional profile and diverse pharmacological significance. *The Pharma Innovation Journal* 2022; 11(6): 42-51. www.thepharmajournal.com
- Viswanathaswamy AH, Koti BC, Gore A, thippeswamy AH, Kulkarni RV. Antihyperglycemic and antihyperlipidemic activity of *Plectranthus amboinicus* on normal and alloxan-induced dia-betic rats. *Indian J Pharm Sci* 2011; 73(2):139.
- Wadekar, R.R., Wani, N.S., Bagul, U.B., Bagul, S.D. and Bedmutha, R. K. (2011). Phytochemical investigation and screening of in vitro anthelmintic activity of *Plectranthus amboinicus* leaves extracts. *Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res.* 3(2), 35-38.
- Wagner, W.L.; Lorence, D.H. *Flora of the Marquesas Islands* website. Available online: <http://botany.si.edu/pacificislandbiodiversity/marquesasflora/index.htm> (accessed on 18 January 2016).
- Warriner, R.; Burrell, R. Infection and the chronic wound: A focus on Silver. *Adv. Skin Wound Care* 2005, 18,2–12. [CrossRef] [PubMed]
- Wojdyło, A., Oszmiański, J. et Czemerzys, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry* 105: 940–949.
- Wojdyło, A., Oszmiański, J. et Czemerzys, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry* 105: 940–949.
- Yoganarasimhan, S.N. *Medicinal Plants of India*, Tamil Nadu; Srinivasan, V., Kosal Ram, N., Eds.; Cyber Media: Bangalore, India, 2000.
- Yu H, Iheshiulo EM, Gunupuru L. Microwave power level and exposure time alteration of compost tea efficacy, and growth of *Plectranthus amboinicus*. *Horticult Int J* 2019; 3(4):179–84.
- Zepernick, B. *Arzneipflanzen der Polynesier*; Dietrich Reimer: Berlin, Germany, 1972.
- Zhang Y, Shen J, Ma X, He Y, Zhang Y, Cao D. AntiInflammatory Activity of Phenylethanoids from *Acanthus ilicifolius* var. *xiamenensis*. *J Med Food.* 2023;26(2):135–80.

Références bibliographiques

Annexe

Annexe

Annexe :